
М. К. Венёвцев
МАССОВАЯ
РАДИО
БИБЛИОТЕКА
ПЕРЕДЕЛКА
ЛАМПОВЫХ ПРИЕМНИКОВ
НА ТРАНЗИСТОРНЫЕ

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 689

М. К. ВЕНЁВЦЕВ

ПЕРЕДЕЛКА ЛАМПОВЫХ ПРИЕМНИКОВ НА ТРАНЗИСТОРНЫЕ



«ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1969

6Ф2.12
В 29
УДК 621.396.62

Венёвцев М. К.

В 29 **Переделка ламповых приемников на транзисторные. М.; «Энергия», 1969.**

64 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 689).

Описаиы транзнсторные аиалоги ламповых каскадов и переделка массовых сетевых н батарейных ламповых приемников иа транзисторные.
Книга предназначена для широкого круга радиолюбителей.

3-4-5
354-68 **6Ф2.12**

Венёвцев Михаил Константинович

Переделка ламповых приемников иа транзисторные

Редактор *Л. М. Коношенко*

Обложка художника *А. М. Кувшинникова*

Технический редактор *О. Д. Кузнецова* Корректор *Н. В. Лобанова*

Сдано в набор 17/VII 1968 г. Подписано к печати 18/XII 1968 г. Т-17437
Формат 84×108¹/₃₂ Бумага типографская № 2
Усл. печ. л. 3,36 Уч.-изд. л. 3,97
Тираж 60 000 экз. Цена 16 коп. Зак. 1383

Издательство «Энергия». Москва, Ж-114, Шлюзовая наб., 10.

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР.
Шлюзовая наб., 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время у радиослушателей находится несколько десятков миллионов ламповых приемников, значительную часть которых составляют массовые сетевые и батарейные приемники разных лет выпуска, такие как «Москвич-В», «АРЗ», «Искра» и др.

Как показывает практика, эти приемники сравнительно просто могут быть переделаны на транзисторы. Такая переделка по существу означает «вторую жизнь» приемника. Она позволяет сократить расход электроэнергии на питание более чем в 3—4 раза и приводит к значительному повышению надежности за счет практически неограниченного срока службы транзисторов. Особенно большой выигрыш дает переделка батарейных приемников, так как в этом случае отпадает необходимость в громоздких и дорогостоящих анодных и накальных батареях, которые заменяются батареями от карманного фонаря.

В предлагаемой книге делается попытка показать радиолюбителям возможные способы замены ламп в различных каскадах супергетеродинного приемника на транзисторы и приводятся практические схемы, которые могут быть использованы при переделке того или иного массового радиоприемника. В качестве примера подробно рассмотрена переделка на транзисторы массовых приемников типа «Москвич-В» и «Искра-53».

М. Венёвцев

ГЛАВА ПЕРВАЯ

СРАВНЕНИЕ ТРАНЗИСТОРОВ С ЭЛЕКТРОННЫМИ ЛАМПАМИ

Различие каскадов радиоприемника на лампах и транзисторах связано с различием их характеристик и параметров.

Основными параметрами электронных ламп, которые хорошо знакомы радиолюбителям, являются крутизна характеристики S, внутреннее сопротивление R_i и междуэлектродные емкости.

Аналогичные параметры существуют и у транзисторов. Для более полной характеристики электронных ламп и транзисторов, как усилительных приборов, к указанным параметрам необходимо добавить входное сопротивление $R_{вх}$ и проводимость обратной связи $g_{о.с}$.

Анодный ток лампы зависит от напряжения, приложенного к ее управляющей сетке. Ток в цепи сетки в большинстве случаев практически отсутствует, и входное сопротивление лампового каскада в широком диапазоне частот определяется сопротивлением резистора утечки (между сеткой и «землей») и входной емкостью каскада.

Входное сопротивление транзисторного каскада во много раз меньше, так как его входная цепь потребляет от источника сигнала значительный ток.

Внутреннее сопротивление транзистора по сравнению с электронной лампой также оказывается меньше, хотя и не в такой сильной степени, как входное сопротивление.

По крутизне характеристики транзисторы значительно превосходят лампы, однако из-за малой величины входного и внутреннего сопротивлений это не приводит к выигрышу в усилении.

Для транзисторов характерна сильная зависимость параметров от режима работы. Так, с уменьшением коллекторного тока $I_к$ крутизна характеристики уменьшается, а $R_{вх}$ и R_i увеличиваются. С достаточной точностью можно считать, что крутизна характеристики транзистора прямо пропорциональна значению коллекторного тока, если последний не превышает 1,5—2 *ма* для маломощных приборов.

Междуэлектродные емкости транзисторов значительно превышают соответствующие емкости ламп. Особые неприятности вызывает большая проходная емкость транзистора — $C_{бк}$, которая в сотни и даже тысячи раз превышает проходную емкость ламп. Эта емкость и активная проводимость обратной связи $g_{о.с}$ создают сильную обратную связь, что ограничивает устойчивое усиление на высоких частотах, особенно в резонансных усилителях.

Важной особенностью транзисторов, которую необходимо учитывать при построении схем, является зависимость параметров от окружающей температуры и частоты. Основной причиной температурной зависимости параметров является обратный ток коллектора $I_{к.о}$, который сильно зависит от температуры. Увеличение температуры на 10° вызывает увеличение $I_{к.о}$ примерно вдвое. В схемах с общим эмиттером и общим коллектором почти весь $I_{к.о}$ протекает по эмиттерному переходу транзистора и усиливается им подобно входному сигналу. При этом небольшое изменение тока $I_{к.о}$ вызывает существенное изменение коллекторного тока, а следовательно, и параметров транзистора. В результате, если не приняты специальные меры для стабилизации рабочей точки, нормальная работа схемы может быть нарушена даже при небольшом изменении температуры.

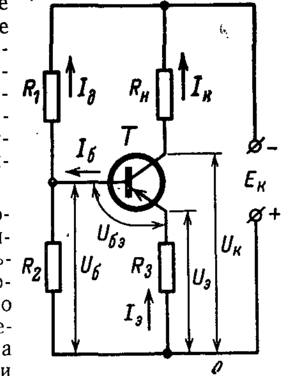


Рис. 1. Схема температурной стабилизации транзисторного каскада.

На рис. 1 приведена наиболее распространенная схема температурной стабилизации транзистора, в которой используется отрицательная обратная связь по постоянному току. Увеличение коллекторного тока транзистора T с повышением температуры приводит к росту напряжения на резисторе R_3. Напряжение между базой и эмиттером $U_{бэ}$ при этом уменьшается, так как напряжение на базе $U_б$ за счет соответствующего выбора сопротивлений резисторов R_1 и R_2 остается неизменным. Уменьшение напряжения $U_{бэ}$ препятствует дальнейшему росту коллекторного тока. Чем больше сопротивление резистора R_3 и ток $I_д$, протекающий через делитель R_1R_2, тем лучше стабилизация рабочей точки.

Для получения достаточно хорошей стабилизации в каскадах с маломощными транзисторами сопротивление резистора R_3 выбирается так, чтобы падение напряжения на нем составляло около 1 *в*, а ток $I_д$, протекающий через делитель R_1R_2, в 5—6 раз превышал базовый ток транзистора T.

Рассмотренная схема обеспечивает достаточно хорошую стабилизацию рабочей точки не только при изменении окружающей температуры, но также и при замене транзисторов.

С ростом частоты параметры транзистора быстро ухудшаются; крутизна характеристики, внутреннее и входное сопротивления уменьшаются, изменяются также и междуэлектродные емкости.

Важным параметром, характеризующим высокочастотные свойства транзистора, является постоянная времени входа транзистора — τ. Величина τ позволяет определить диапазон рабочих частот ω, на которых рекомендуется использовать данный транзистор в схеме с общим эмиттером. Верхняя частота должна удовлетворять простому соотношению:

$$\omega\ [\textit{Мгц}]\ \tau\ [\textit{мксек}] \leqslant 0{,}3.$$

Параметры транзистора в диапазоне частот ниже ω остаются практически постоянными и имеют достаточно хорошие значения.

Для сравнения в табл. 1 приведены параметры нескольких типов ламп и транзисторов.

Таблица 1

Тип лампы или транзистора	S, *ма/в*	$R_{вх}$, *ком*	R_i, *ком*	$g_{о.с}$, *мксим*	$E_{к\ макс}$, *в*	$P_{к\ макс}$, *вт*	$E_{а\ макс}$, *в*	$P_{а\ макс}$, *вт*	$C_{вх}$, *пф*	$C_{вых}$, *пф*	$C_{прох}$, *пф*	τ, *мксек*	$f_{гр}$, *мгц*	$I_{к.о}$, *мка*
Электронные лампы														
1Б1П	0,625	1 000	1 000	0	—	—	100	0,2	2,2	2,4	0,2	—	—	—
1К1П	0,89	1 000	⩾170	0	—	—	100	—	3,5	7,5	⩽0,01	—	—	—
6Б8С	1,35	1 000	600	0	—	—	275	2,5	4,0	9,0	⩽0,008	—	—	—
6Ж3П	5,1	1 000	500	0	—	—	330	2,5	6,5	1,5	⩽0,025	—	—	—
6К4П	4,3	1 000	250	0	—	—	300	3,0	5,5	5,0	⩽0,035	—	—	—
Транзисторы														
П13	31	0,5	33	1	—15	0,15	—	—	7 000	300	35	⩽2	0,5	2
П13А	33	1,25	50	1	—15	0,15	—	—	—	—	35	⩽2	0,5	2
П14	30	0,77	40	1	—15	0,15	—	—	—	—	35	⩽1,5	1,0	3
П15	30	1,0	40	1	—15	0,15	—	—	—	—	35	⩽1,1	2,0	3
П401	65	0,67	33	1	—10	0,05	—	—	—	—	⩽15	0,07	30	1,5
П402	65	0,67	33	1	—10	0,05	—	—	240	160	⩽10	0,025	60	1
П403	70	1,0	33	1	—10	0,05	—	—	—	—	⩽10	0,011	120	1

Примечание. Величина входного сопротивления ламп указана для низких частот и принята равной сопротивлению сеточного резистора R_c=1,0 *Мом*. Параметры транзисторов измерены при $E_к$=—5 *в* и $I_к$=1 *ма* в схеме с общим эмиттером. Значения $C_{вых}$ и $C_{вх}$ транзисторов указаны для частоты 100 *кгц*.

Чтобы нагляднее представить разницу между лампой и транзистором, а также наметить пути замены электронных ламп транзисторами, был проведен расчет каскада усилителя низкой частоты на лампе 6Ж3П и транзисторе П15 для трех схем включения. Исходные параметры лампы и транзистора взяты из табл. 1. Сопротивление нагрузки $R_н$ и внутреннее сопротивление источника входных сигналов R_c приняты равными 5 *ком*. Результаты расчета сведены в табл. 2.

Таблица 2

Основные параметры усилительного каскада	Пентод 6Ж3П	Транзистор П15		
	Схема с общим катодом	Схема с общим эмиттером (ОЭ)	Схема с общей базой (ОБ)	Схема с общим коллектором (ОК)
$R_{вх}$, *ком*	200	0,882	0,036	156
$R_{вых}$, *ком*	500	20	520	0,194
$K_u=U_{вых}/U_{вх}$	25,5	133	133	0,994
$K_p=P_{вых}/P_{вх}$, *дб*	44,1	35	21,1	13,8

Примечание. Сопротивление резистора в цепи управляющей сетки лампы 6Ж3П принято равным 200 *ком*.

Сравнение результатов позволяет сделать следующие выводы:

параметры лампового каскада по схеме с общим катодом и параметры транзисторного каскада при всех трех схемах включения существенно различаются;

входное сопротивление транзисторного каскада по сравнению с ламповым для всех трех схем включения оказывается существенно меньшим;

наибольшим входным сопротивлением обладает схема с общим коллектором, однако эта схема не дает усиления по напряжению и обеспечивает сравнительно малое усиление по мощности;

наибольшее выходное сопротивление, величина которого мало отличается от выходного сопротивления лампового каскада, имеет схема с общей базой, однако входное сопротивление этой схемы мало.

Схема с общим эмиттером обеспечивает наибольшее усиление по напряжению и по мощности. Ее входное сопротивление хотя и мало по сравнению с входным сопротивлением лампового каскада, но все-таки значительно превосходит входное сопротивление схемы с общей базой.

Чтобы объединить свойства схемы с общим эмиттером и схемы с общей базой, применяют так называемую каскодную схему, состоящую из двух транзисторов: первый транзистор включается по схеме с общим эмиттером, а второй — по схеме с общей базой. Входной сигнал подается на базу первого транзистора, а выходной сигнал снимается с коллектора второго транзистора.

Результаты расчета каскодного усилителя на двух транзисторах типа П15 при сопротивлении нагрузки и внутреннем сопротивлении

источника сигнала, равных 5 *ком*, следующие: входное сопротивление — 1 *ком*; выходное сопротивление—557 *ком*; коэффициент усиления по напряжению—148,7, коэффициент усиления по мощности—36,46 *дб*. Приведенные результаты показывают, что входное сопротивление каскодной схемы и усиление, даваемое ею, примерно те же, что и схемы с общим эмиттером, а выходное сопротивление каскодной схемы мало отличается от схемы с общей базой. Важным свойством каскодной схемы является малая величина обратной связи (примерно в 1 000 раз меньше, чем в схеме с общим эмиттером), поэтому при ее использовании в резонансных каскадах удается получить достаточно большое и устойчивое усиление, не прибегая к нейтрализации.

Большое и устойчивое усиление, даваемое каскодной схемой, высокое выходное сопротивление, позволяющее применять полное включение контура в коллекторную цепь без заметного ухудшения его резонансных свойств, делают каскодную схему пригодной для замены ламп в высокочастотных каскадах приемника.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ТРАНЗИСТОРНЫЕ ВАРИАНТЫ ЛАМПОВЫХ КАСКАДОВ РАДИОПРИЕМНИКА

Схема транзисторного аналога лампового каскада должна строиться так, чтобы изменения, вносимые в общую схему при подключении аналога, были минимальными.

Чтобы переделка на транзисторы не вызвала значительного ухудшения чувствительности и избирательности приемника, схема транзисторного аналога должна иметь по возможности большие входное и выходное сопротивления. Связь аналога с резонансными системами, оставшимися от лампового приемника, должна быть такой, чтобы с одной стороны усиление, даваемое схемой, было достаточно велико, а с другой — подключение аналога не должно существенно уменьшать добротность контуров и вызывать их заметную расстройку. Схема аналога должна обеспечивать малую зависимость параметров каскада от температуры окружающей среды.

Наиболее полно эти требования можно удовлетворить, применяя при построении аналогов высокочастотных каскадов каскодные схемы. Их применение позволяет использовать без существенных переделок такие детали лампового приемника, как фильтры промежуточной частоты, входные гетеродинные контуры. Схема коммутации входных и гетеродинных контуров также не подвергается существенной переделке.

Подробнее вопросы, связанные с построением транзисторных аналогов ламповых схем, будут рассматриваться в разделах, посвященных конкретным каскадам.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ И ВХОДНЫЕ ЦЕПИ

Преобразовательные каскады радиовещательных приемников собирают на специальных многосеточных лампах. В старых моделях для этой цели использованы гептоды 6А8, 6А7, 6А2П, 1А1П и др., а в более поздних разработках — триод-гептод 6И1П. Смеситель и гетеродин преобразователя, как правило, выполняют на одной лампе.

Гетеродины в преобразовательных каскадах могут быть собраны по различным схемам; четыре из них, наиболее распространенные, показаны на рис. 2. На рис. 3 приведена схема входных цепей и преобразовательного каскада на гептоде 6А7 (6А10С) двухдиапазонного приемника (ДВ и СВ). Такая схема применена во многих моделях приемников выпуска прежних лет.

В схеме используется индуктивная связь входных контуров $L_3C_1C_3$ и $L_4C_2C_3$ с антенной, которая осуществляется с помощью двух катушек связи L_1 и L_2. Принятый сигнал с входных контуров через разделительный конденсатор C_4 поступает на третью сетку гептода. Гетеродин преобразователя собран по схеме индуктивной трехточки. Первая сетка гептода соединяется с контурами

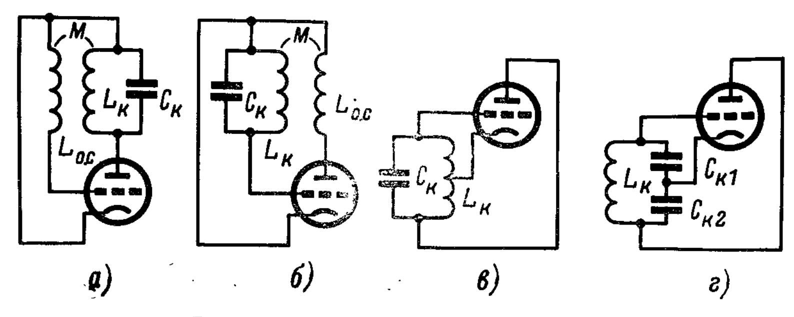


Рис. 2. Схемы ламповых гетеродинов.

а — схема с индуктивной обратной связью и контуром в цепи анода; *б* — схема с индуктивной обратной связью и контуром в цепи сетки; *в* — индуктивная трехточечная схема; *г* — емкостная трехточечная схема.

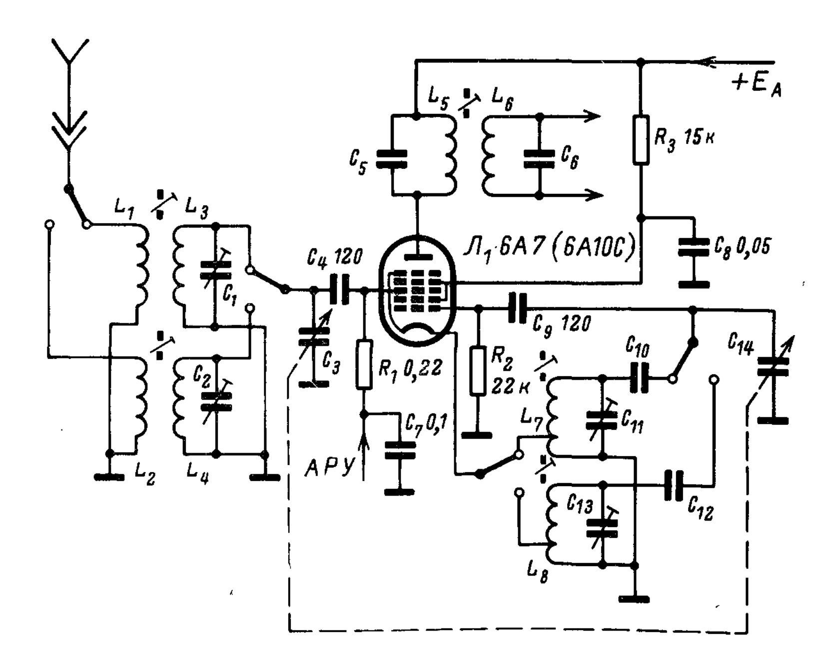


Рис. 3. Схема входных цепей и преобразователя частоты на лампе 6А7 (6А10С).

гетеродина ($L_7C_{10}C_{11}C_{14}$, $L_8C_{12}C_{13}C_{14}$) через разделительный конденсатор C_9. Вторая и четвертая сетки лампы служат анодом гетеродина, который заземлен по высокой частоте через конденсатор C_8.

Часть гептода, относящуюся к гетеродину, можно рассматривать как триод. Если проследить путь тока высокой частоты в цепях гетеродина, то можно легко убедиться в том, что его схема соответствует приведенной на рис. 2,*в*.

Рис. 4. Схема входных цепей и преобразователя частоты на лампе 6И1П.

Схема входных цепей и преобразователя частоты на триод-гептоде 6И1П показана на рис. 4. Эта схема применена в приемниках более позднего выпуска, чем те, в которых применена схема, показанная на рис. 3.

Левая (гептодная) часть лампы 6И1П используется в схеме смесителя, а правая (триодная) часть — гетеродина. Входной сигнал подается на первую сетку гептода, а напряжение гетеродина — на третью. Для этого третья сетка гептода непосредственно соединяется с сеткой триода гетеродина. Гетеродин преобразователя собран по схеме с индуктивной обратной связью и контуром $L_7C_{14}C_{12}C_{10}$($L_8C_{15}C_{13}C_{10}$) в цепи сетки (рис. 2,*б*). Катушки обратной связи включаются в анодную цепь триода.

Преобразовательные каскады на транзисторах так же могут быть собраны как по схеме с совмещенным гетеродином, в которой один и тот же транзистор используется в качестве смесителя и

гетеродина, так и по схеме с отдельным гетеродином, когда смеситель и гетеродин собраны на отдельных транзисторах.

Возможность отдельно подобрать наивыгоднейший режим транзисторов гетеродина и смесителя значительно упрощает налаживание преобразователей с отдельным гетеродином. Поэтому при построении транзисторных аналогов ламповых преобразовательных каскадов следует использовать схему с отдельным гетеродином. В транзисторных преобразователях частоты используются те же основные схемы гетеродина, что и в ламповых (сравните схемы на рис. 5 и 2).

На рис. 6 приведена схема преобразователя частоты транзисторного приемника с отдельным гетеродином. Смеситель собран на

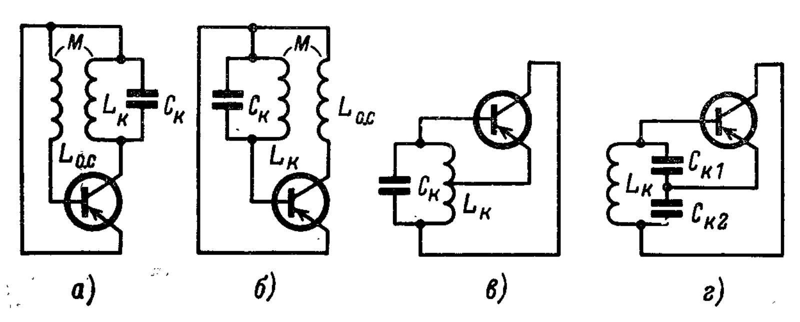


Рис. 5. Схемы гетеродинов на транзисторах.

а — схема с индуктивной обратной связью и контуром в цепи коллектора; *б* — схема с индуктивной обратной связью и контуром в цепи базы; *в* — индуктивная трехточечная схема; *г* — емкостная трехточечная схема.

транзисторе T_1, а гетеродин — на транзисторе T_2. Гетеродин собран по схеме с индуктивной обратной связью и контуром в цепи базы. Связь смесителя с гетеродином—автотрансформаторная. Напряжение гетеродина подается в цепь эмиттера транзистора T_1.

По сравнению с ламповым преобразователем (рис. 4) транзисторная схема получается более сложной. Из-за низкого входного сопротивления смесителя приходится использовать частичное включение входных контуров $L_3C_1C_3$ и $L_4C_2C_3$ в базовую цепь транзистора T_1, и вводить дополнительный элемент связи смесителя с гетеродином. В результате схема коммутации входных и гетеродинных контуров усложняется. Если в ламповой схеме можно было обойтись четырехсекционным переключателем диапазонов, то переключатель диапазонов транзисторной схемы должен быть шестисекционным.

Чтобы при построении транзисторных аналогов можно было использовать переключатель диапазонов лампового приемника, приходится прибегать к упрощенной схеме, в которой вместо частичного подключения входных контуров используется слабая связь контуров с базовой цепью транзистора смесителя с помощью конденсатора малой емкости, а связь гетеродина со смесителем осуществляется с помощью последовательно соединенных некоммутируемых катушек, содержащих небольшое количество витков и расположенных рядом с катушками гетеродинных контуров. Как по-

казывает практика, применение упрощенной схемы не приводит к существенному ухудшению работы приемника. Переход к каскодной схеме дает возможность применить полное включение контура фильтра промежуточной частоты (ФПЧ) в выходную цепь преобразователя.

На рис. 7 показана схема транзисторного аналога преобразовательного каскада на гептоде 6А7 (рис. 3). Схема аналога содержит три высокочастотных транзистора. Смеситель собран на транзисторах T_1 и T_2 по каскодной схеме, гетеродин — на транзисторе

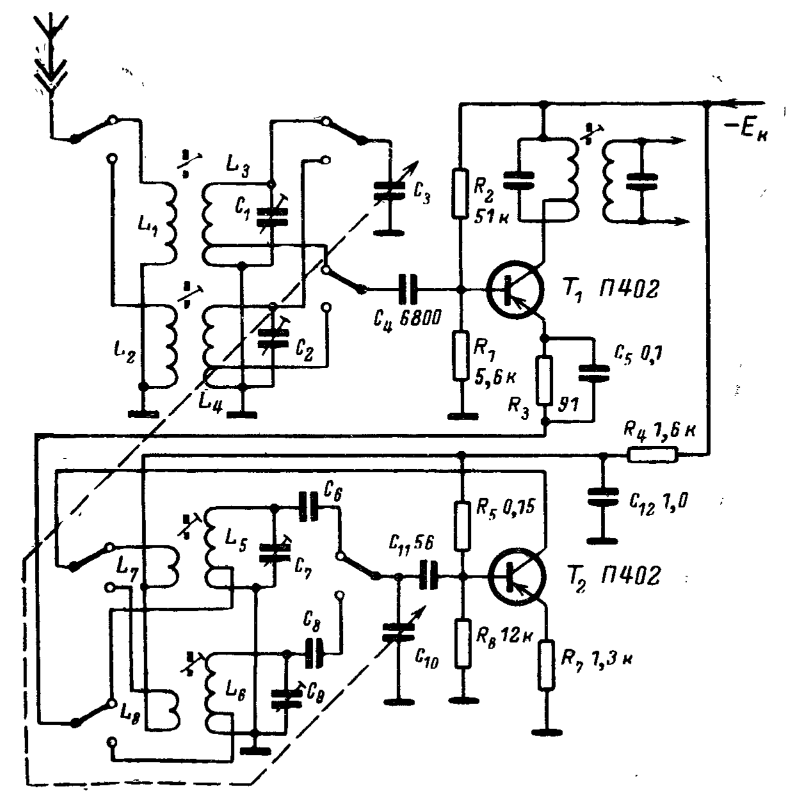


Рис. 6. Схема входных цепей и транзисторного преобразователя частоты с отдельным гетеродином.

T_3 по схеме индуктивной трехточки (см. рис. 5, 6). Схемы входных и гетеродинных контуров и их коммутация в ламповом преобразователе и в транзисторном аналоге совпадают, за исключением дополнительных некоммутируемых катушек L_9 и L_{10}, которые вводятся для связи гетеродина со смесителем.

Входные и гетеродинные контуры, переключатель диапазонов, фильтры промежуточной частоты (L_5C_5 и L_6C_6) лампового приемника используются в транзисторном аналоге без переделки.

Связь входных контуров $L_3C_1C_3$ и $L_4C_2C_3$ с базовой цепью транзистора T_1 смесителя осуществляется с помощью конденсатора C_4. При этом влияние входной емкости транзистора T_1 на входной контур в большинстве случаев удается скомпенсировать уменьшением емкости подстроечных конденсаторов C_1 и C_2. Однако малая емкость конденсатора C_4 приводит к уменьшению коэффициента

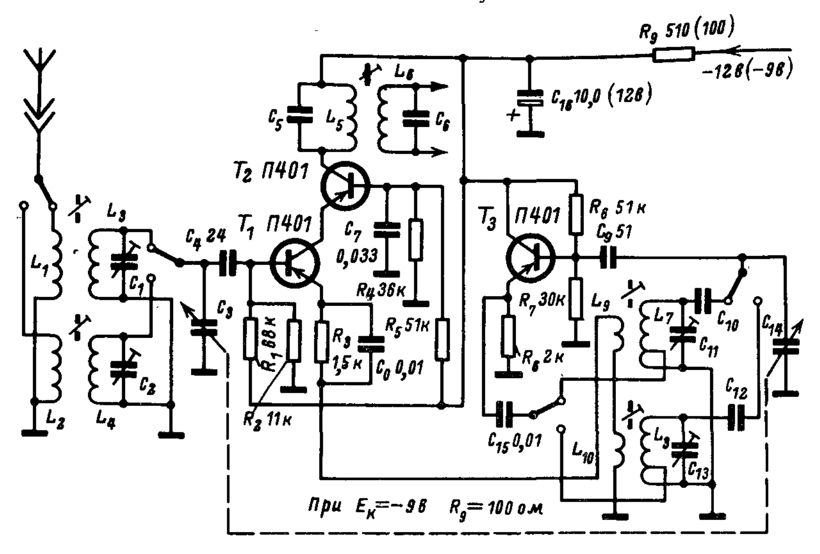


Рис. 7. Транзисторный аналог преобразовательного каскада на лампе 6А7 (см. рис. 3).

передачи входного сигнала с антенны на базу смесителя при понижении частоты, что в некоторых случаях может привести к заметному снижению чувствительности приемника в низкочастотном конце длинноволнового диапазона.

При индуктивной связи с антенной этот недостаток иногда удается устранить, подключив параллельно катушке связи конденсатор емкостью в несколько десятков пикофарад (точное значение емкости подбирается экспериментально). При емкостной связи иногда увеличивают емкость конденсатора, соединяющего входной контур с антенной до 100—150 *пф*.

Высокое выходное сопротивление каскодного смесителя позволяет полностью включить контур L_5C_5 ФПЧ в коллекторную цепь транзистора T_2. Напряжение гетеродина поступает в цепь эмиттера транзистора T_1 с катушек связи L_9 и L_{10}.

Катушки связи наматывают на бумажных кольцах, которые надевают на каркасы катушек гетеродинных контуров L_7 и L_8. Число витков катушки связи обычно составляет 5—10% от числа витков соответствующей контурной катушки и подбирается экспериментально. При этом следует иметь в виду, что с увеличением числа витков катушек связи возрастает затухание, вносимое в контур гетеродина, и его добротность падает.

Резисторы R_1—R_5 обеспечивают нужный режим транзисторов T_1 и T_2 по постоянному току и их температурную стабилизацию. Эмиттерный ток транзистора T_1 лежит в пределах от 0,5 до 0,7 *ма*.

Конденсатор C_9 соединяет базу транзистора T_3 с гетеродинными контурами ($L_7C_{11}C_{10}C_{14}$ и $L_8C_{13}C_{12}C_{14}$). Чем меньше емкость этого

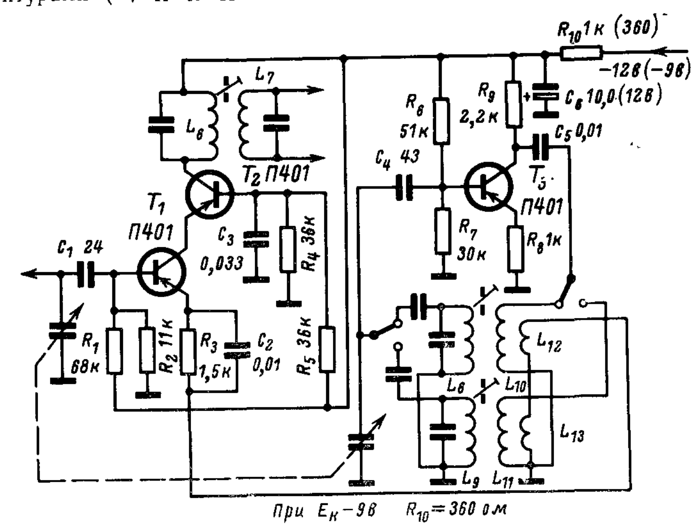


Рис. 8. Транзисторный аналог преобразовательного каскада на лампе 6И1П (см. рис. 4).

конденсатора, тем меньше затухание и расстройка гетеродинных контуров за счет низкого входного сопротивления и большой входной емкости транзистора T_3. Однако чрезмерно уменьшать емкость конденсатора C_9 не следует, так как это приводит к уменьшению коэффициента обратной связи и срыву генерации гетеродина.

При значении емкости конденсатора C_9, указанном на схеме, в большинстве случаев удается получить устойчивую генерацию при незначительной расстройке гетеродинных контуров. Не рекомендуется увеличивать емкость конденсатора C_9 свыше 62 *пф*, так как в этом случае расстройка контуров получается значительной и добиться хорошего сопряжения при прежних значениях емкости сопрягающих конденсаторов C_{10}—C_{13} не удастся. Емкость конденсатора C_{15} обычно берется в пределах от 6 800 *пф* до 0,05 *мкф*.

Режим транзистора T_3 по постоянному току определяется сопротивлениями резисторов R_6—R_8. Его коллекторный ток при отсутствии генерации составляет 2—2,5 *ма*. В общую цепь питания введен развязывающий фильтр R_9C_{16}.

На рис. 8 изображена схема транзисторного аналога преобразовательного каскада на лампе 6И1П (рис. 4). Часть схемы, относящаяся ко входной цепи на рис. 8, не изображена, так как она полностью совпадает с приведенной на рис. 3, 4 и 7.

Аналог содержит три транзистора. На транзисторах T_1 и T_2 собран смеситель, на транзисторе T_3 — гетеродин. По схеме смесительный каскад не отличается от показанного на рис. 7. В гетеродине аналога используется та же схема, что и в ламповом преобразователе на рис. 4, т. е. схема с индуктивной обратной связью. Резисторы R_6R_7 и R_8 обеспечивают температурную стабилизацию и нужный режим транзистора T_3 по постоянному току. Сопротивление резистора R_8 оказывает заметное влияние на форму генерируемых колебаний. Чем оно больше, тем меньше форма генерируемых колебаний отличается от синусоидальной.

Так же как и в предыдущем случае, в аналоге используются высокочастотные контуры и фильтры промежуточной частоты от лампового приемника. Емкости конденсаторов C_4 и C_5 (рис. 8) выбирают так же, как емкости конденсаторов C_9 и C_{15} на схеме рис. 7. Конструкция и числа витков катушек связи такие же, как и в предыдущем аналоге. Коллекторную цепь транзистора T_3 можно упростить, подключив катушки связи L_{10} и L_{11} вместо резистора R_9 и исключив конденсатор C_5 (рис. 9).

Рис. 9. Упрощенный вариант коллекторной цепи транзистора T_3.

УСИЛИТЕЛЬ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ

В большинстве ламповых приемников используются усилители промежуточной частоты (УПЧ) с двухконтурными фильтрами (L_1C_3, L_2C_4 на рис. 10). Такие УПЧ обладают лучшими избирательными

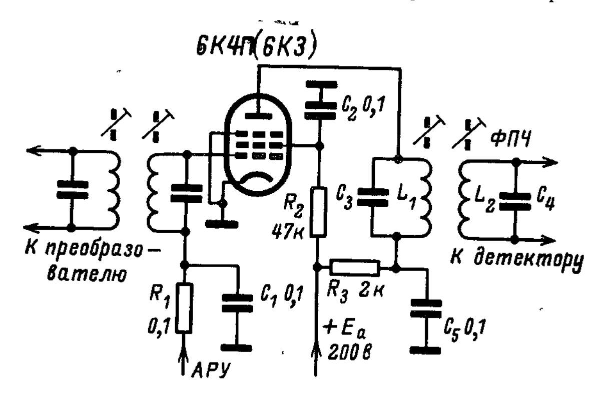


Рис. 10. Ламповый каскад УПЧ.

свойствами, но дают несколько меньшее усиление по сравнению с УПЧ с одноконтурными фильтрами, которые можно встретить в приемниках старых моделей.

Для получения удовлетворительной избирательности в приемниках с одноконтурными УПЧ в преобразовательном каскаде используют двухконтурный фильтр с сильной связью между контура-

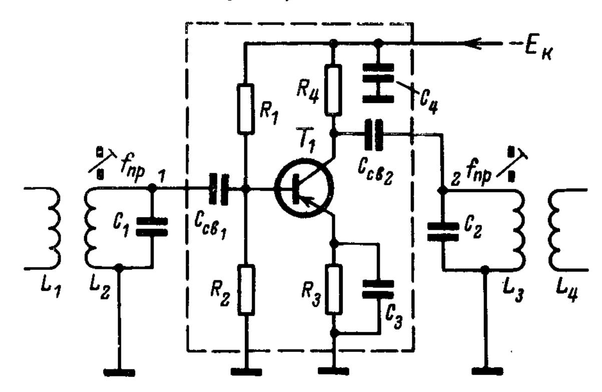


Рис. 11. Простейший транзисторный аналог однокаскадного УПЧ на лампе (пунктиром обведены элементы аналога).

ми и двугорбой резонансной кривой, а контур УПЧ настраивают на частоту провала между горбами.

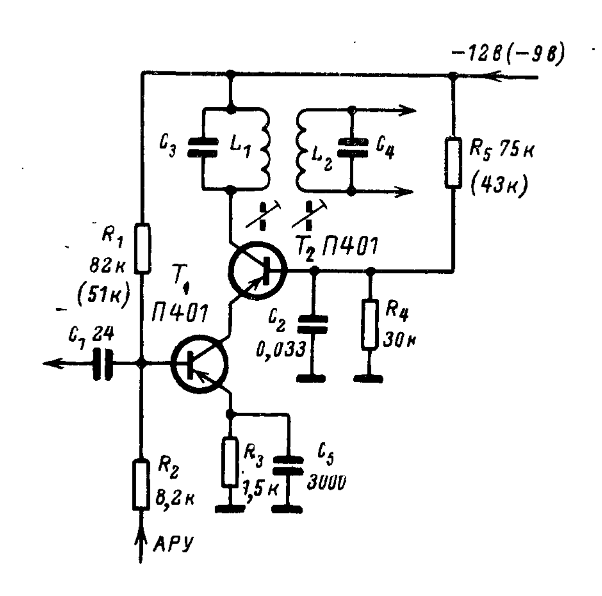


Рис. 12. Транзисторный аналог лампового УПЧ (см. рис. 10).

2—1383

Простейшая схема транзисторного аналога УПЧ на одном транзисторе, позволяющая без переделок использовать фильтр ПЧ от лампового приемника, показана на рис. 11. Малые сопротивления и большие емкости входа и выхода заставляют применять слабую связь аналога с контурами ФПЧ. Чем меньше емкости конденсаторов связи $C_{св}$, тем меньше влияние транзистора на параметры колебательных контуров. Однако чрезмерно уменьшать емкости конденсаторов связи нельзя, так как ослабление связи транзистора с контурами неизбежно приводит к уменьшению усиления. Обычно емкость конденсаторов связи $C_{св1}$ и $C_{св2}$ выбирается в пределах 5—15% от емкости контурных конденсаторов и составляет несколько десятков пикофарад.

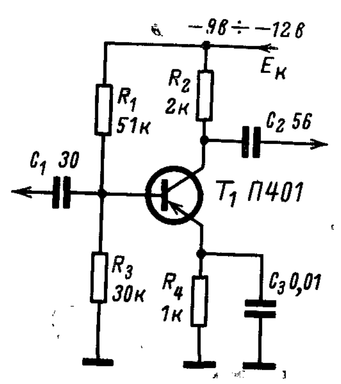


Рис. 13. Апериодический каскад УПЧ.

Схема транзисторного аналога, изображенная на рис. 11, несмотря на свою простоту обладает рядом существенных недостатков. Большая проходная емкость транзистора T_1 снижает устойчивость работы УПЧ и может привести к самовозбуждению. Слабая связь транзистора T_1 с входным и выходным контурами существенно уменьшает усиление, даваемое каскадом.

В значительной мере устранить эти недостатки позволяет использование в транзисторном аналоге каскодной схемы, которая обладает большим выходным сопротивлением и гораздо большей устойчивостью. Большое выходное сопротивление каскодной схемы позволяет применить полное включение выходного контура в коллекторную цепь. Возникающее при этом увеличение емкости контура может быть легко скомпенсировано соответствующей подстройкой контурной катушки или уменьшением емкости конденсатора.

Схема такого аналога лампового УПЧ изображена на рис. 12. Аналог собран на двух высокочастотных транзисторах T_1 и T_2. Коллекторной нагрузкой второго транзистора служит двухконтурный ФПЧ (L_1C_3 и L_2C_4) от лампового приемника.

Резисторы R_1—R_3 обеспечивают необходимый режим транзисторов по постоянному току и температурную стабилизацию. Эмиттерный ток транзистора T_1 выбирается в пределах 0,6—1,5 *ма*.

При переделке массовых приемников на транзисторы нужную чувствительность обычно удается получить при использовании в УПЧ одного транзисторного аналога по схеме на рис. 12. В тех случаях, когда при переделке приемника возникает необходимость повысить чувствительность, можно добавить еще один апериодический каскад УПЧ, схема которого показана на рис. 13. Апериодический каскад представляет собой обычный резистивный усилитель, полоса пропускания которого расширена за счет малого сопротивления коллекторного резистора R_2. Такой каскад обычно включают после преобразователя.

ДЕТЕКТОР И СХЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГУЛИРОВКИ УСИЛЕНИЯ

Для детектирования высокочастотных колебаний и автоматической регулировки усиления в ламповых приемниках используются как вакуумные, так и полупроводниковые диоды.

Схемы детекторов могут быть различными. В приемниках применяют как схему последовательного детектора, в котором нагрузочный резистор включен последовательно с диодом, так и схему параллельного детектора, где нагрузочный резистор включен параллельно диоду. Параллельный детектор обычно применяют в тех случаях, когда входной сигнал снимается с цепи, находящейся под высоким постоянным потенциалом, например с анода лампы УПЧ.

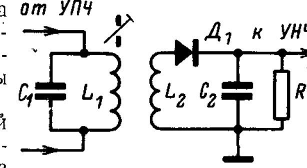


Рис. 14. Последовательный диодный детектор.

Что касается схем автоматической регулировки усиления (АРУ), то в массовых приемниках используется схема простой АРУ, в которой с нагрузки детектора снимается постоянная составляющая продетектированного сигнала и через RC-фильтр с большой постоянной времени подается на сетки регулируемых ламп.

Диоды включают так, чтобы на нагрузке детектора выделялось отрицательное напряжение. С увеличением принимаемого сигнала на нагрузке детектора и на сетках управляемых ламп увеличивается отрицательное напряжение, которое понижает крутизну их характеристик, а следовательно, и усиление.

В транзисторных приемниках используются такие же схемы детектора, как и в ламповых. Чаще других применяется схема, показанная на рис. 14.

Несмотря на сходство схем в работе детекторов ламповых и транзисторных приемников имеются существенные различия. Из-за малого входного сопротивления усилителя низкой частоты сопротивление нагрузки детектора в транзисторном приемнике приходится выбирать в десятки раз меньше по сравнению с ламповым. Входное сопротивление детектора при этом получается низким и сильно шунтирует контур последнего каскада УПЧ. Чтобы этого не было, детектор подключают к части контура УПЧ.

Для детектора в транзисторном приемнике характерна работа при значительно меньших напряжениях входного сигнала, чем в ламповом. Если напряжение входного сигнала не превышает 0,2—0,5 *в*, детектирование происходит на начальном, нелинейном участке характеристики диода. Входное сопротивление и коэффициент передачи детектора в этом случае сильно зависят от напряжения входного сигнала. При нулевом напряжении входного сигнала коэффициент передачи детектора равняется нулю и возрастает почти линейно при увеличении напряжения входного сигнала до 0,2—0,5 *в*. При больших сигналах детектирование становится линейным. Входное сопротивление и коэффициент передачи линейного детектора не зависят от напряжения входного сигнала.

Наряду со схемой на рис. 14 в любительских конструкциях широко применяется детектор с удвоением напряжения по схеме, изображенной на рис. 15. Коэффициент передачи такого детектора

получается примерно вдвое больше, а входное сопротивление вдвое меньше, чем в схеме на рис. 14.

В транзисторных приемниках наибольшее распространение получила система АРУ без задержки. В простейших схемах АРУ используется в одном высокочастотном каскаде. Напряжение АРУ снимается с нагрузки R_1 детектора сигнала (рис. 15) и через резистор R_2 поступает на базу транзистора каскада УПЧ. Для уменьшения усиления транзисторов структуры *p-n-p* на базу необходимо подавать положительное напряжение, что достигается соответствую-

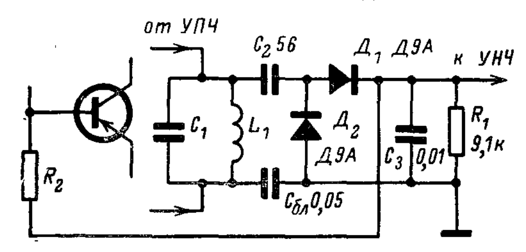


Рис. 15. Схема детектора с удвоением и простой АРУ (без задержки).

щим включением детекторного диода. Рост напряжения сигнала на нагрузке детектора приводит к уменьшению базового, а следовательно, и коллекторного тока регулируемого транзистора. Как указывалось в гл. 1, при уменьшении коллекторного тока крутизна характеристики транзистора уменьшается, а следовательно, уменьшается и усиление, даваемое каскадом. В отличие от ламповых схем малое входное сопротивление регулируемого каскада создает дополнительную нагрузку на детектор и уменьшает эффективность АРУ из-за заметного падения напряжения АРУ на резисторе R_2. Поэтому если АРУ охватывает несколько каскадов, то приходится использовать схемы, отличные от ламповых. Следует отметить, что напряжение АРУ на транзисторные преобразователи, как правило, не подается, так как изменение режима преобразовательного каскада может привести к ухудшению его работы.

УСИЛИТЕЛИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Существенные различия в параметрах ламп и транзисторов, особенно в значениях токов и напряжений питания, приводят к существенной разнице параметров деталей, входящих в ламповые и транзисторные каскады. Вот почему при переделке ламповых приемников на транзисторы ламповый УНЧ проще всего целиком заменить на транзисторный, не прибегая к построению аналогов. Существует большое количество схем транзисторных УНЧ, но, поскольку нас интересует главным образом переделка массовых приемников, рассмотрим две схемы, которые достаточно просты и удовлетворяют требованиям, предъявляемым к приемникам 4-го класса.

При переделке сетевых приемников может быть использована схема усилителя низкой частоты, показанная на рис. 16. Первый каскад усилителя с высоким входным сопротивлением собран на тран-

зисторе T_1 по схеме с общим коллектором (эмиттерный повторитель). Высокое входное сопротивление первого каскада нужно для того, чтобы УНЧ приемника можно было использовать для работы от пьезоэлектрического звукоснимателя. Входной сигнал на базу транзистора T_1 поступает через разделительный конденсатор C_1 с потенциометра R_1, который служит для регулировки громкости.

При работе УНЧ от приемника верхний по схеме вывод потенциометра подключают к детектору, а при воспроизведении грамзаписи — к гнездам звукоснимателя. Переключение осуществляется с помощью обычного тумблера *Вк*.

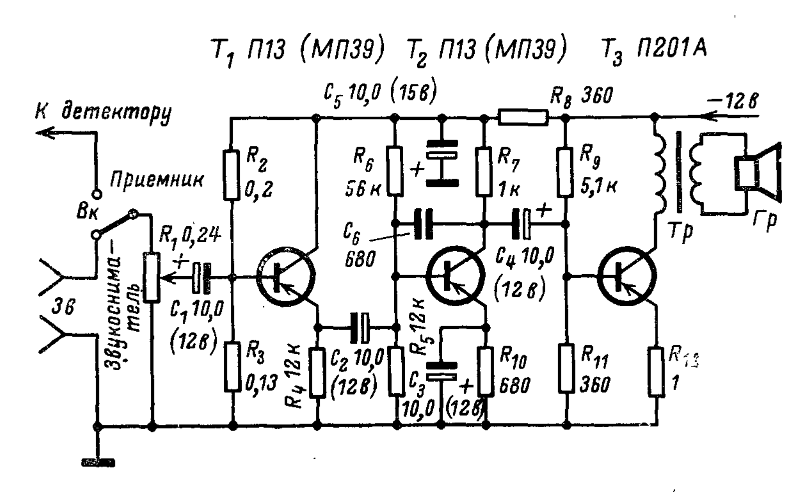


Рис. 16. Принципиальная схема транзисторного УНЧ для сетевого приемника.

С резистора нагрузки эмиттерного повторителя R_4 сигнал через конденсатор C_2 поступает на базу второго каскада (на транзисторе) T_2. Выходной каскад собран по однотактной схеме на мощном транзисторе T_3 и работает в режиме А.

Режим транзистора T_3 стабилизируется резисторами R_9, R_{11}, R_{12}. Нужное значение коллекторного тока устанавливается подбором сопротивления резистора R_9. Для облегчения теплового режима транзистор T_3 снабжен простейшим пластинчатым радиатором.

Выходная мощность усилителя при коэффициенте нелинейных искажений 10% и напряжении источника питания 12 *в* составляет 0,5 *вт*. Ток, потребляемый усилителем от источника питания, почти полностью определяется током выходного каскада и составляет 100—105 *ма*. При изменении громкости его величина почти не меняется. Это позволяет использовать для питания усилителя простой выпрямитель, не прибегая к стабилизации выходного напряжения. Снижение экономичности, связанное с использованием в выходном каскаде однотактной схемы, при питании от электросети существенного значения не имеет. Усилитель может работать и при более низком напряжении источника питания, однако выходная мощность при этом снижается. Так, при напряжении питания 7,5 *в* выходная мощ-

ность составляет 200 *мвт*, а потребляемый ток снижается до 70 *ма*, что позволяет обойтись без радиатора.

Для выходного трансформатора Tp_1 используется сердечник выходного трансформатора лампового приемника с сечением около 2 $см^2$. Первичная обмотка трансформатора Tp_1 содержит 360 витков провода ПЭЛ 0,3, а вторичная — 70 витков провода ПЭЛ 0,6 для громкоговорителя с сопротивлением звуковой катушки 5,5 *ом*. В случае, если сопротивление звуковой катушки существенно отличается от указанной величины, число витков вторичной обмотки следует изменить в $\sqrt{\frac{R}{5,5}}$ раз, где R — сопротивление звуковой катушки используемого громкоговорителя в омах.

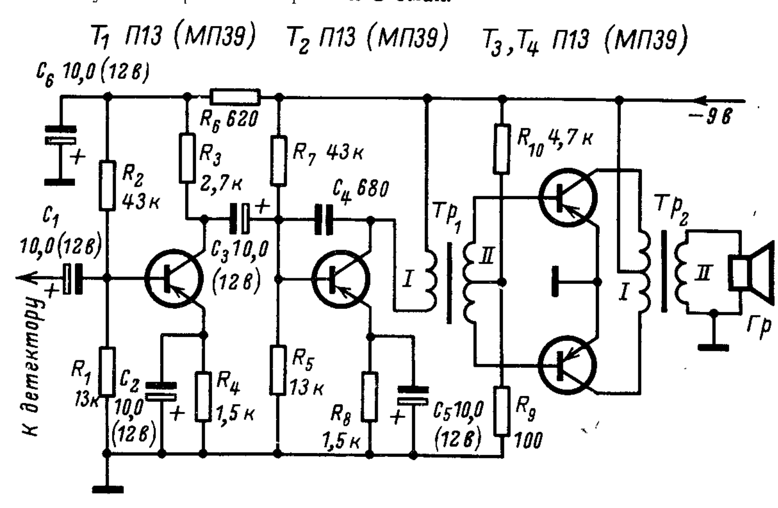


Рис. 17. Принципиальная схема транзисторного УНЧ для батарейного приемника.

На рис. 17 изображена схема транзисторного УНЧ, который может быть использован при переделке батарейных приемников. Выходная мощность усилителя — 150 *мвт*, при коэффициенте нелинейных искажений не более 10%. Усилитель выполнен на четырех транзисторах. Входной сигнал через разделительный конденсатор C_1 поступает на базу транзистора T_1 первого каскада усилителя, собранного по схеме с общим эмиттером. Коллекторной нагрузкой второго, предоконечного каскада, собранного на транзисторе T_2, служит обмотка *I* трансформатора Tp_1. Для коррекции частотной характеристики с коллектора на базу транзистора T_2 через конденсатор C_4 подается напряжение отрицательной обратной связи. С обмотки *II* трансформатора Tp_1 противофазные напряжения сигнала поступают на базы транзисторов выходного каскада (T_3 и T_4), который собран по двухтактной схеме и работает в режиме В. Усилитель нагружен на сопротивление звуковой катушки громкоговорителя *Гр*, подключенного ко вторичной обмотке выходного трансформатора Tp_2. Благодаря применению двухтактного выходного

каскада в режиме В к. п. д. и экономичность усилителя получаются достаточно высокими, что очень важно при батарейном питании.

При напряжении источника питания 9 *в* [две последовательно соединенные батареи типа КБС-Л-0,5 (3,7-ФМЦ-0,5)] потребляемый ток не превышает 4 *ма* в режиме молчания и с увеличением громкости возрастает до 30—35 *ма*.

В качестве трансформатора Tp_1 может быть использован согласующий трансформатор от любого транзисторного приемника («Селга», «Сокол», «Нарочь» и др.). Для изготовления трансформатора Tp_2 можно использовать сердечник выходного трансформатора от лампового приемника. При сечении сердечника около 2 $см^2$ первичная обмотка содержит 200 × 2 витков провода ПЭЛ 0,2, а вторичная обмотка — 51 виток провода ПЭЛ 0,51 при сопротивлении звуковой катушки громкоговорителя около 5,5 *ом*.

В случае необходимости согласующий трансформатор можно изготовить самостоятельно, использовав сердечник сечением 1,5—2 $см^2$. Первичная обмотка содержит 1 400 витков провода ПЭЛ 0,1, а вторичная — 2 × 360 витков провода ПЭЛ 0,15.

При необходимости использовать усилитель для работы от звукоснимателя перед транзистором T_1 включают эмиттерный повторитель, как это сделано в усилителе для сетевого приемника (см. рис. 16).

ВЫПРЯМИТЕЛЬ

Для того чтобы получить на выходе УНЧ транзисторного варианта массового сетевого приемника мощность, равную 0,5 *вт*, при использовании УНЧ, схема которого показана на рис. 16, напряжение питания на выходе выпрямителя должно быть равным 12 *в* при потребляемом токе в 105—110 *ма*. Схема такого выпрямителя

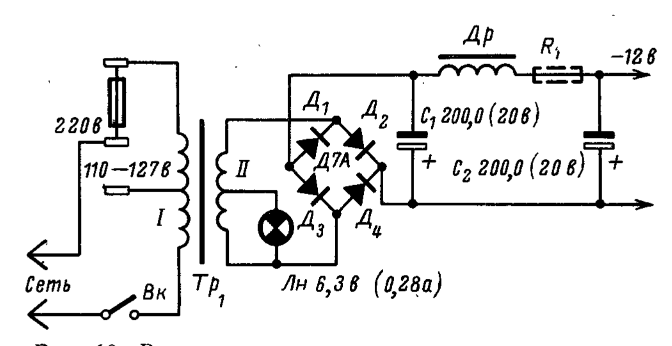


Рис. 18. Выпрямитель для питания транзисторного приемника от сети.

показана на рис. 18. Выпрямитель собран по мостовой схеме на диодах $Д_1$—$Д_4$. Конденсаторы C_1 и C_2 и дроссель $Др_1$ образуют индуктивно-емкостный фильтр.

Для получения указанных выше токов и напряжений на выходе выпрямителя переменное напряжение, снимаемое с обмотки *II*, питающей выпрямительный мост, должно равняться 11 *в*. В качестве

силового трансформатора $Тр_1$ использован трансформатор питания лампового приемника, который подвергается незначительной переделке. Сетевые обмотки трансформатора используют без всяких изменений. Повышающую обмотку не используют. Обмотка *II* получается последовательным соединением обмотки накала ламп (6,3 *в*) и дополнительной обмотки, которая наматывается проводом ПЭЛ 0,4 поверх остальных обмоток трансформатора. При этом обмотка накала не должна иметь электрического контакта с шасси приемника. Переменное напряжение, даваемое дополнительной обмоткой, должно быть равно 4,7 *в*, а число витков в 1,34 раза меньше числа витков накальной обмотки.

Если на трансформаторе питания лампового приемника имеется отдельная обмотка для накала кенотрона, то ее соединяют последовательно с обмоткой накала ламп. В этом случае дополнительную обмотку мотать не нужно. Излишек выпрямленного напряжения гасится с помощью резистора R_1, показанного на рис. 18 пунктиром. Лампочки освещения шкалы должны быть изолированы от шасси приемника, а их выводы подключаются к обмотке накала двумя отдельными проводами.

В выпрямителях некоторых ламповых приемников (АРЗ, «Москвич-В» первых выпусков и др.) используются автотрансформаторы и шасси имеет электрический контакт с сетью. Подключать заземление к таким приемникам нельзя. Электрический контакт шасси с сетью приводит к опасности поражения током при соприкосновении с шасси и создает дополнительные неудобства при налаживании. Поэтому при переделке приемника на транзисторы следует перейти к трансформаторной схеме. Для этого обмотку автотрансформатора отсоединяют от шасси и поверх нее проводом ПЭЛ 0,5 наматывают обмотку *II*, питающую выпрямительный мост. Число витков обмотки *II* должно быть в 1,74 раза больше числа витков накальной секции автотрансформатора. Лампочки освещения шкалы должны быть изолированы от шасси и подключаются к обмотке *II* либо через гасящий резистор либо к дополнительному выводу на 6,3 *в*.

Для изготовления дросселя фильтра *Др* можно использовать сердечник и каркас дросселя фильтра от телевизора «Рубин». Обмотка дросселя *Др* содержит 600 витков провода ПЭЛ 0,4. Можно использовать и другой подходящий сердечник сечением не менее 2 $см^2$.

В выпрямительном мостике $Д_1$—$Д_4$ можно использовать любые из диодов типа Д7 или ДГЦ 21—ДГЦ 27.

Если для питания выпрямителя использовать одну накальную обмотку трансформатора (6,3 *в*), то напряжение на выходе выпрямителя составляет примерно 8 *в*. Такое напряжение при использовании схемы УНЧ, показанной на рис. 16, достаточно для получения выходной мощности 200 *мвт*.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПЕРЕДЕЛКИ ЛАМПОВЫХ ПРИЕМНИКОВ НА ТРАНЗИСТОРЫ

Начинать переделку лампового приемника на транзисторы следует с тщательного изучения его принципиальной схемы, и только после того, как выяснено назначение и взаимодействие всех деталей, входящих в нее, можно приступить к составлению принципиальной схемы транзисторного варианта.

Схему составляют исходя из принципиальной схемы лампового приемника, в которой высокочастотные ламповые каскады заменяются соответствующими транзисторными аналогами. Вместо лампового УПЧ используют схему, приведенную на рис. 12. Если схемы высокочастотных каскадов по существу не отличаются от показанных на рис. 3, 4 и 10, то они просто заменяются аналогами, приведенными на рис. 7, 8 и 12. В остальных случаях схема транзисторного аналога составляется самостоятельно в соответствии с рекомендациями, приведенными в начале главы.

После того как схема транзисторного варианта полностью составлена, следует продумать его конструкцию.

Сборка транзисторного варианта производится на шасси лампового приемника, причем такие элементы, как шкальное и верньерное устройства, крепление деталей и др., используются без изменения, что существенно сокращает объем механических работ.

Размещение деталей на шасси во многом зависит от того, какие детали лампового приемника используются в транзисторном варианте. Это легко определить с помощью составленной принципиальной схемы. Такие детали лампового приемника, как блок входных и гетеродинных контуров, переключатель диапазонов, контуры ФПЧ, блок конденсаторов переменной емкости, трансформатор питания, громкоговоритель с выходным трансформатором остаются на своих местах.

Транзисторные аналоги удобно монтировать на отдельной плате из изоляционного материала, которая затем крепится к ламповому цоколю. Выводы аналога припаивают к ножкам цоколя, а выводы деталей, укрепленных на шасси, и напряжение питания подводят к лепесткам ламповых панелек. Изготовленный таким способом аналог просто вставляется в ламповую панельку.

Такую конструкцию можно использовать и для транзисторного УНЧ, плата которого вместе с цоколем вставляется в панельку лампы выходного каскада. В некоторых случаях может оказаться, что плату УНЧ более удобно крепить непосредственно к шасси приемника. Во всех случаях размещать и соединять детали транзисторного варианта следует так, чтобы соединительные провода были как можно короче, а паразитные связи и наводки сведены к минимуму. Не исключена возможность, что для отыскания оптимального варианта в некоторых случаях придется прибегнуть к предварительному макетированию какого-либо каскада.

После того как монтажная схема транзисторного варианта полностью составлена, можно приступить к сборке, предварительно проверив качество используемых деталей. Заключительным этапом работы является налаживание собранного приемника. Для примера ниже будет рассмотрена переделка на транзисторы двух массовых ламповых радиоприемников: сетевого приемника «Москвич-В» и батарейного приемника «Искра-53».

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ПЕРЕДЕЛКА РАДИОПРИЕМНИКА «МОСКВИЧ-В» НА ТРАНЗИСТОРЫ

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ПРИЕМНИКА «МОСКВИЧ-В»

Массовый сетевой радиоприемник «Москвич-В» (рис. 19) предназначен для приема станций в диапазоне длинных ДВ (2 000—723 *м*) и средних СВ (577—187 *м*) волн.

Принципиальная схема приемника показана на рис. 20. Связь антенны с входными контурами — индуктивная. Антенные катушки L_1 и L_3 индуктивно связаны с соответствующими катушками входных контуров L_2 — для диапазона СВ и L_4 — для диапазона ДВ.

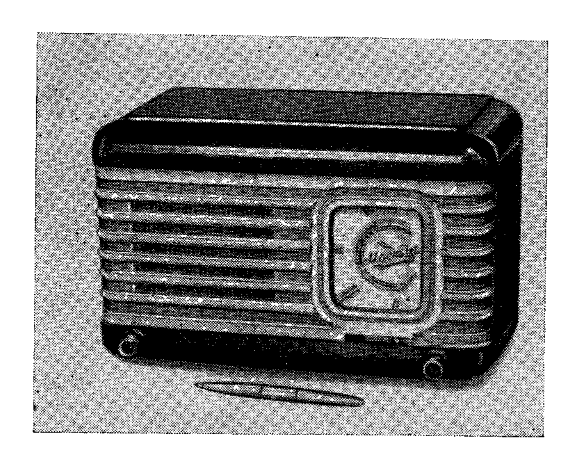


Рис. 19. Внешний вид приемника «Москвич-В».

Принятый сигнал с входных контуров поступает на вход преобразовательного каскада, выполненного на лампе $Л_1$. Гетеродин преобразователя собран по схеме индуктивной трехточки. В диапазоне ДВ гетеродинный контур состоит из катушки L_6 и конденсаторов C_4, C_7, C_6 и C_8, а в диапазоне СВ — из катушки L_5 и конденсаторов

Рис. 20. Принципиальная схема приемника «Москвич-В» (IV вариант).

C_3, C_5 и C_8. Коммутация входных и гетеродинных контуров осуществляется переключателем диапазонов $П_1$.

Преобразованный сигнал выделяется на двухконтурном ФПЧ (L_7C_{11} и L_8C_{12}), включенном в анодную цепь преобразователя. С контура L_8C_{12} колебания промежуточной частоты поступают на управляющую сетку двойного диод-пентода $Л_2$ и усиливаются им. Усиленные колебания выделяются на контуре L_9C_{16} и через конденсатор C_{19} поступают на аноды диодной части лампы $Л_2$. Контур L_9C_{16} настроен на промежуточную частоту 465 *кгц*, а его верхний вывод заземлен по промежуточной частоте через конденсатор C_{17}.

Пентодная часть лампы $Л_2$ используется в рефлексной схеме и выполняет функции УПЧ и предварительного каскада УНЧ. Применение рефлексной схемы позволяет сократить количество ламп в приемнике. Диодная часть лампы служит детектором, который собран по параллельной схеме. Низкочастотные колебания с нагрузки R_9 детектора через фильтр R_8C_{15} поступают на регулятор громкости R_7. С движка потенциометра R_7 через катушку L_8 ФПЧ низкочастотные колебания подаются на управляющую сетку лампы $Л_2$, усиливаются ею и выделяются на анодном резисторе R_5. Катушки L_8, L_9 не оказывают заметного сопротивления для низкочастотных колебаний. Усиленный низкочастотный сигнал через конденсатор C_{18} поступает на сетку выходного каскада, собранного на лампе $Л_3$. В анодную цепь лампы $Л_3$ включен выходной трансформатор $Тр_1$, нагруженный на громкоговоритель типа 1ГД-5 с сопротивлением звуковой катушки 5,5 *ом*.

Для АРУ используется постоянная составляющая выпрямленного напряжения на нагрузке R_9 детектора, которая через цепочку R_8C_{15}, R_2C_{10} и катушки входных контуров поступает на первую сетку лампы $Л_1$. На управляющую сетку каскада УПЧ напряжение АРУ поступает с движка потенциометра R_7 через катушку L_8.

Питание приемник получает от однополупериодного выпрямителя, собранного на лампе $Л_4$ с трансформатором питания $Тр_2$. В фильтре выпрямителя используются конденсаторы C_{22} и C_{23}, резистор R_{12} и часть первичной обмотки выходного трансформатора $Тр_1$. При протекании выпрямленного тока по части первичной обмотки происходит частичная компенсация фона переменного тока, слышимого в громкоговорителе.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ТРАНЗИСТОРНОГО ВАРИАНТА ПРИЕМНИКА «МОСКВИЧ-В»

Принципиальная схема транзисторного варианта лампового приемника «Москвич-В» показана на рис. 21. Проследим, как составлялась эта схема.

Преобразовательный каскад лампового приемника «Москвич-В» (рис. 20) отличается от типовой схемы, показанной на рис. 3, лишь тем, что у него отсутствуют разделительные конденсаторы, включенные последовательно с сигнальной и гетеродинной сетками (C_4 и C_9 на рис. 3), которые, однако, не оказывают влияния на работу каскада. Действительно, в качестве разделительного конденсатора в цепи сигнальной сетки в схеме на рис. 20 используется конденсатор C_{10}, а функции разделительного конденсатора в цепи гетеродинной сетки выполняют сопрягающие конденсаторы C_5 и C_6. Таким образом, ламповый преобразовательный каскад при переделке

приемника на транзисторы можно заменить транзисторным аналогом, схема которого приведена на рис. 7. Сравнение схем, приведенных на рис. 20 и 21, показывает, что при переделке лампового приемника «Москвич-В» на транзисторы в схему и детали высокочастотных контуров вносятся лишь две катушки связи L_{10} и L_{11} и конденсатор C_{32}, показанный пунктиром. О назначении этого конденсатора будет сказано в разделе о налаживании приемника. Фильтры промежуточной частоты лампового приемника также используются в транзисторном варианте без изменений, лишь в некоторых случаях может возникнуть необходимость уменьшить емкости конденсаторов в контурах ФПЧ.

Перейдем теперь к УПЧ. Если в каскаде УПЧ приемника «Москвич-В» рассматривать только высокочастотные цепи, т. е. не учитывать использование лампы $Л_2$ в рефлексной схеме для усиления низкочастотных колебаний, то легко убедиться, что каскад УПЧ отличается от приведенного на рис. 10 только тем, что в анодной цепи лампы используется одноконтурный ФПЧ вместо двухконтурного. Поэтому и в схеме транзисторного аналога УПЧ (рис. 12), которая используется в транзисторном варианте приемника, двухконтурный ФПЧ заменяется одноконтурным. За каскадом УПЧ следует детектор с удвоением напряжения, собранный по схеме, приведенной на рис. 15. Напряжение АРУ с нагрузки R_{15} детектора подается на базу транзистора T_4.

Усилитель низкой частоты приемника «Москвич-В» имеет выходную мощность 0,5 *вт* и может быть использован для воспроизведения грамзаписи. Чтобы сохранить эти качества при переделке приемника на транзисторы, в транзисторном варианте используется УНЧ по схеме на рис. 16, а напряжение питания приемника выбирается равным 12 *в*.

Питание транзисторного варианта осуществляется от двухполупериодного выпрямителя, собранного по мостовой схеме (рис. 18), где без переделки используется трансформатор питания от приемника «Москвич-В» (IV вариант), имеющий обмотку для питания накала кенотрона. Питание выпрямительного моста из диодов $Д_3$—$Д_6$ производится от последовательно соединенных обмоток накала ламп *III* и накала кенотрона *IV*. При этом нижний по схеме на рис. 20 вывод накальной обмотки должен быть отсоединен от шасси приемника. Повышающая обмотка трансформатора питания в транзисторном варианте не используется.

КОНСТРУКЦИЯ И ДЕТАЛИ

Сборка транзисторного варианта производится на шасси промышленного приемника. Расположение на шасси основных деталей лампового приемника, которые используются в транзисторном варианте, не изменяется. К таким деталям относятся блок контуров с переключателем диапазонов, сдвоенный блок конденсаторов переменной емкости со шкалой и верньером, оба фильтра промежуточной частоты, трансформатор питания и громкоговоритель. Гнезда звукоснимателя, колодка предохранителя и ламповые панельки, за исключением панельки кенотрона (ее снимают), также остаются на прежних местах. Остальные детали приемника, которые не используются в транзисторном варианте, снимают. Рядом с гнездами звукоснимателя просверливают отверстие для тумблера $П_2$. Дрос-

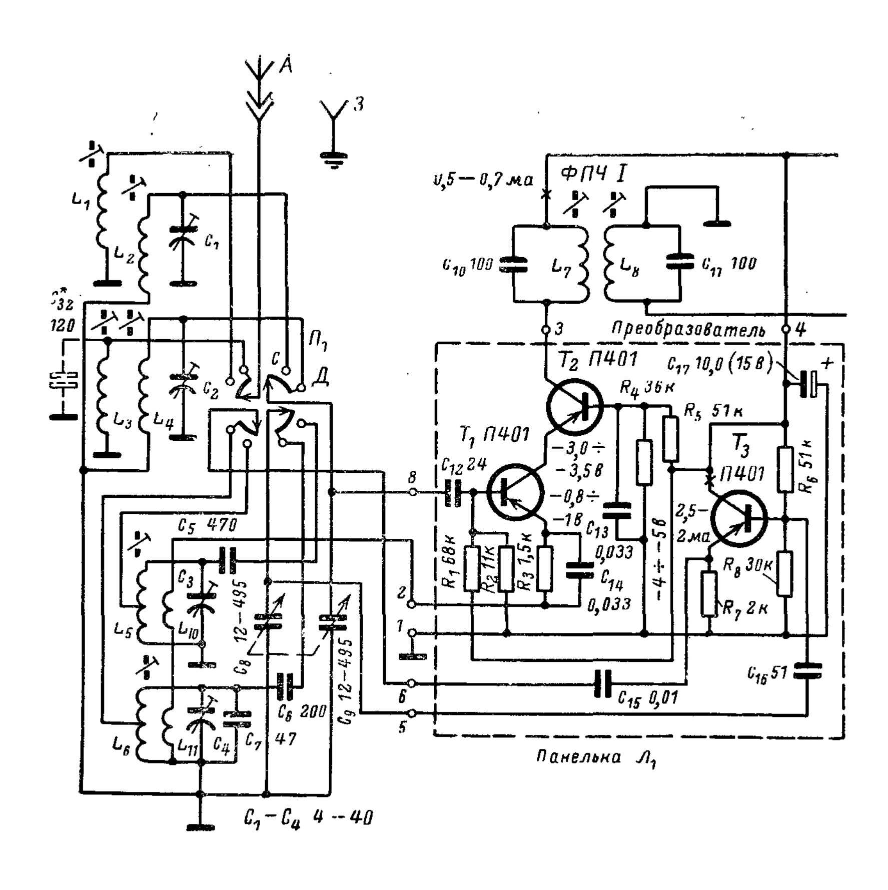


Рис. 21. Принципиальная схема транзисторного варианта лампового приемника «Москвич-В».

Коллекторный ток и напряжение на эмиттере транзистора T_3 гетеродина указаны при отсутствии генерации, когда пластины конденсатора C_8 замкнуты накоротко.

сель фильтра выпрямителя $Др_1$ крепят болтами в подвале шасси под трансформатором питания. Конденсатор C_{30} фильтра крепят сбоку трансформатора питания, а C_{31} сверху шасси, рядом с громкоговорителем. Корпусы этих конденсаторов изолируют от шасси.

Патрон лампочки подсвета шкалы изолируют от шасси. Для этого металлический держатель патрона укорачивают и надставляют полоской из изоляционного материала. Второй проводник, идущий к лампочке, подпаивают непосредственно к корпусу патрона.

Элементы схемы, относящиеся к транзисторным аналогам преобразователя, УПЧ и детектора, а также к схеме УНЧ, на принципиальной схеме (рис. 21) обведены пунктиром и монтируются на отдельных платах из гетинакса толщиной 1,5—2 *мм*. Монтаж деталей на плате производится на штырьках из луженого медного провода диаметром около 1 *мм* и длиной 10—12 *мм*, которые плотно вставляются в отверстия, просверленные на платах. Чертежи гетинаксовых плат с разметкой отверстий показаны на рис. 22. В нижней части каждой платы со стороны выреза крепится восьмиштырьковый ламповый цоколь. Удобней всего для этой цели использовать пластмассовые цоколи от старых ламп металлической серии, например, 6А7, 6П9, 6Ж4 и др., но можно также использовать цоколи и других ламп. Отделять цоколь от баллона лампы следует с большой осторожностью, чтобы не получить ранений осколками стекла.

Для крепления к плате в кольцевом бортике сверху цоколя делают два диаметрально противоположных пропила, в которые затем вставляют гетинаксовую плату аналога. Ширину пропилов следует выбирать такой, чтобы плата входила в них с небольшим усилием. В случае необходимости места соединения цоколя с платой можно укрепить клеем БФ-2 или эпоксидной смолой. Выводы схемы, смонтированной на плате, припаиваются к соответствующим ножкам цоколя, номера которых указаны на принципиальной схеме (рис. 21). Во избежание ошибок следует иметь в виду, что если смотреть на цоколь со стороны вставленной платы, то отсчет ножек ведется против часовой стрелки. Выводы платы преобразователя, которые по схеме соединяются с переключателем диапазонов и ФПЧ, подпаивают к тем же ножкам цоколя, что и выводы соответствующих электродов лампы — 6А10С (6А7), поэтому при демонтаже лампового приемника проводники, идущие от переключателя диапазонов и ФПЧ к ламповой панельке, следует оставить. Это позволяет избежать путаницы при монтаже преобразовательного каскада.

Для устойчивой работы каскодной схемы при ее монтаже следует стремиться к тому, чтобы связь базы первого транзистора (T_1 и T_5) с коллектором второго (T_2 или T_4) была минимальной. Чтобы избежать излишне длинных соединительных проводов, выходной контур преобразователя L_8C_{11}, расположенный сверху шасси, соединяют с базой транзистора T_5 УПЧ через разделительный конденсатор C_{18}, минуя ламповую панельку. При распайке плат преобразователя и УПЧ с детектором экранирующую трубочку, которая проходит внутри ключа цоколя лампы, «заземляют». Если такой трубочки внутри ключа нет, то ее следует изготовить из тонкой жести и вставить. Готовые платы преобразователя и УПЧ с детектором показаны на рис. 23 и 24.

Выходной транзистор УНЧ T_8 располагают на радиаторе в виде квадратной алюминиевой пластины толщиной 5 *мм*. Радиатор с

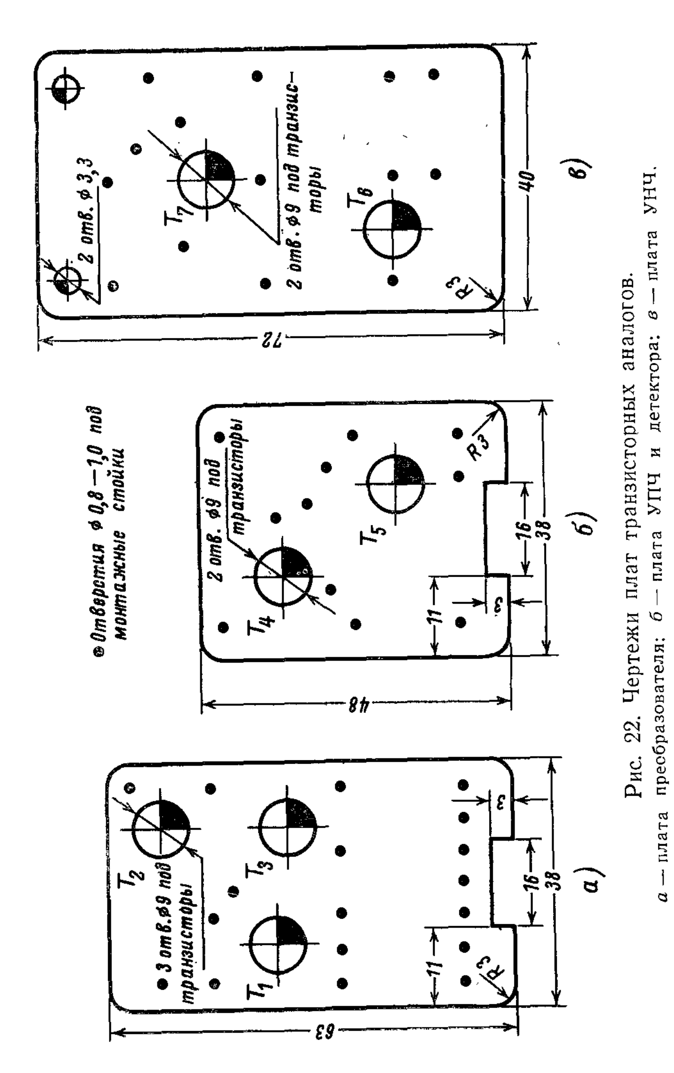
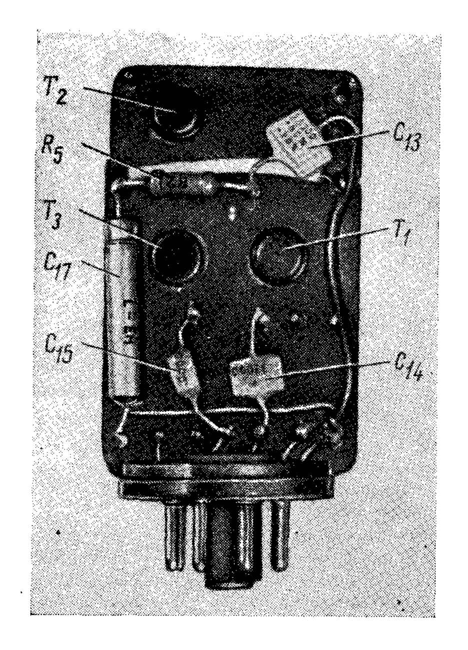


Рис. 22. Чертежи плат транзисторных аналогов.

а — плата преобразователя; *б* — плата УПЧ и детектора; *в* — плата УНЧ.



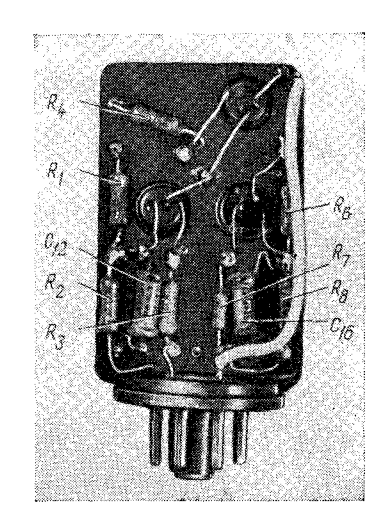
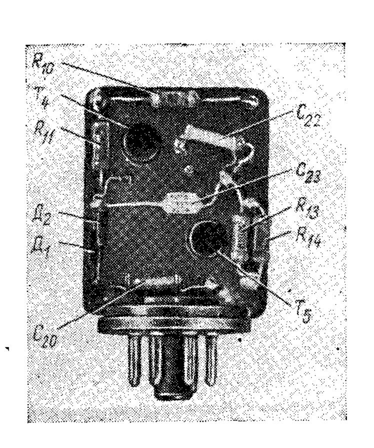


Рис. 23. Готовая плата преобразователя.



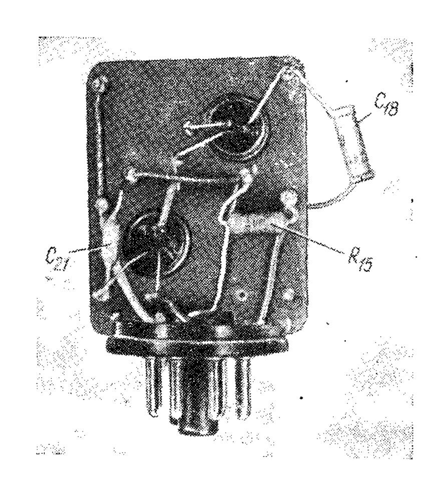


Рис. 24. Готовая плата УПЧ с детектором.

транзистором привинчивают к плате УНЧ. Чертеж радиатора показан на рис. 25. Поверхность пластины должна быть ровной и обеспечивать надежный механический и тепловой контакт с корпусом транзистора. Внешний вид платы УНЧ показан на рис. 26. Готовые платы вставляются в соответствующие ламповые панельки. Плата преобразователя вставляется в панельку лампы $Л_1$, плата УПЧ и детектора — в панельку лампы $Л_2$, а плата УНЧ — в панельку лампы $Л_3$.

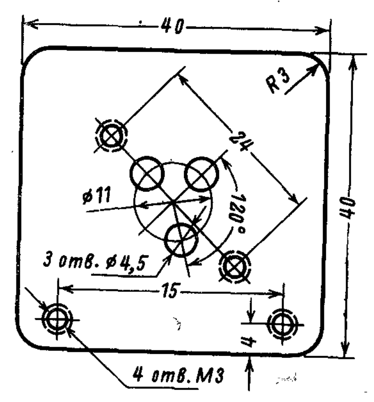
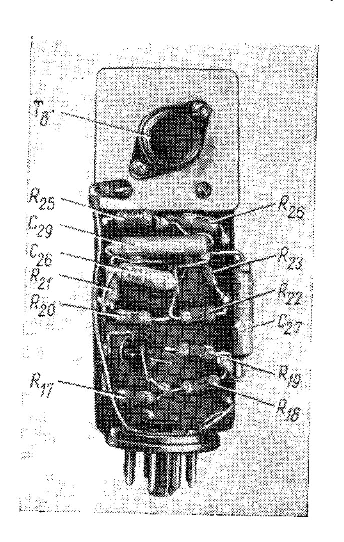
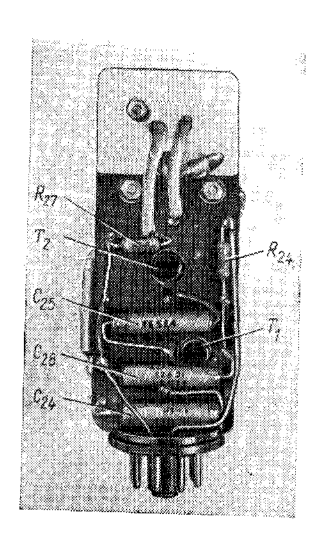


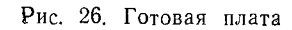
Рис. 25. Чертеж радиатора для выходного транзистора.

Диоды выпрямительного моста $Д_3$—$Д_6$ также монтируются на отдельной гетинаксовой плате, чертеж которой показан на рис. 27. Плата с диодами привинчивается к стойке трансформатора питания на место панельки кенотрона. Во избежание замыкания на шасси монтажные штырьки для распайки диодов обкусывают с одной стороны платы, а между платой и стойкой оставляют необходимый зазор. Вид на шасси изготовленного приемника показан на рис. 28, а на рис. 29 показан монтаж в подвале шасси.

В табл. 3 приведен список типов конденсаторов, диодов и транзисторов, необходимых для переделки приемника «Москвич-В» на транзисторы. Резисторы можно применить типов МЛТ-0,25, МЛТ-0,5






Рис. 26. Готовая плата УНЧ.

и УЛМ. Контурные конденсаторы лампового прчемника, которые используются в транзисторном варианте, в таблицу не внесены.

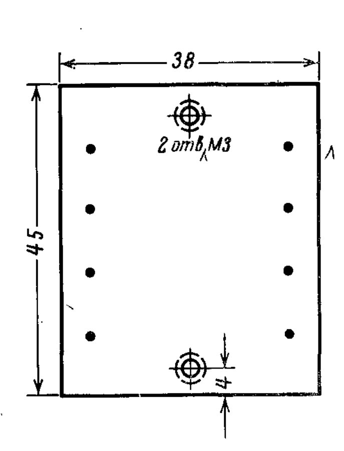


Рис. 27. Чертеж платы для выпрямительных диодов.

Катушки связи смесителя с гетеродином (L_{10} и L_{11}) наматывают на склеенных из бумаги кольцах шириной 3—4 *мм* и надевают на каркасы катушек L_5 и L_6 рядом с ними. Катушки наматываются виток к витку и содержат L_{11} — 14 витков, а L_{10} — 8 витков провода ПЭ или ПЭЛШО 0,12—0,15. Для изготовления выходного трансформатора транзисторного варианта можно использовать сердечник и провод от выходного трансформатора приемника «Москвич». Намотка производится на каркасе, склеенном из плотного картона. Моточные данные трансформатора приведены на стр. 22, данные дросселя на стр. 24.

Резистор R_{27} в цепи эмиттера транзистора T_8, имеющий сопротивление 1 *ом*, и гасящий резистор R_{28}, имеющий сопротивление 30 *ом*, наматывают на резисторе типа МЛТ-0,5 или МЛТ-1,0 проводом с высоким удельным сопротивлением.

Таблица 3

Обозначение детали на схеме	Тип	Возможная замена
C_{12} и C_{18}	КТ-2(КТК)	КТ-1, КСО-1, ПСО
C_{13}, C_{21} и C_{14}	КЛС	—
C_{15} и C_{23}	КЛС	БМ-2
C_{16}	КТ-2(КТК)	—
C_{24}, C_{25}, C_{27} и C_{29}	ЭМ	„Тесла", К50-6
C_{17} и C_{28}	ЭМ	„Тесла", К50-6
C_{19} и C_{20}	КТ-2(КТК)	КТ-1, КСО-1
C_{22}	КТ-1	КД (КДС), КЛС
C_{26}	БМ-2	ПСО, КСО
C_{30} и C_{31}	КЭ-2	КЭ-1, ЭГЦ, К50-6
$Д_1$ и $Д_2$	Д9А	Любые диоды типа Д9, а также типов Д2 и Д1
$Д_3$—$Д_6$	Д7А	Любые диоды типа Д7, а также диоды ДГЦ-21—ДГЦ-27
T_1—T_5	П401	П402—П403, П420—П423
T_6 и T_7	П13	П13А—П16, МП39—МП42
T_8	П201А	П201—П203

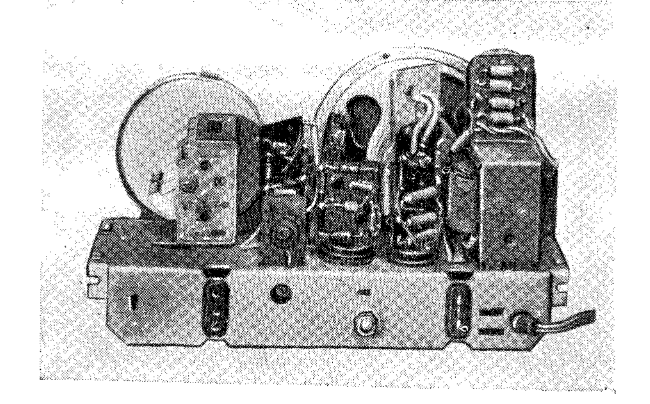


Рис. 28. Вид на шасси изготовленного приемника.

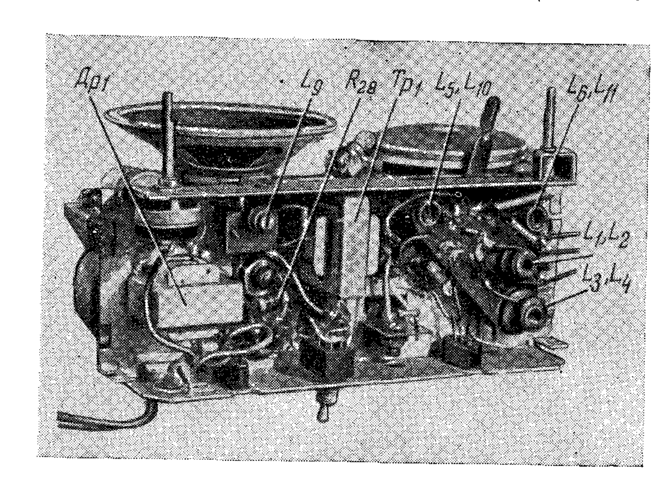


Рис. 29. Вид на монтаж в подвале шасси.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ПЕРЕДЕЛКА РАДИОПРИЕМНИКА «ИСКРА-53» НА ТРАНЗИСТОРЫ

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ПРИЕМНИКА «ИСКРА-53»

Внешний вид массового батарейного приемника «Искра-53» показан на рис. 30, а его принципиальная схема — на рис. 31. Приемник четырехламповый, предназначен для приема радиостанции в диапазонах длинных и средних волн. Особенностью приемника является низкая промежуточная частота, равная 110 *кгц*. На входе приемника в антенную цепь включен сложный фильтр $L_1C_1R_1C_2C_3$, препятствующий попаданию на вход приемника колебаний промежуточной частоты, а также снижающий влияние помех по зеркальному каналу.

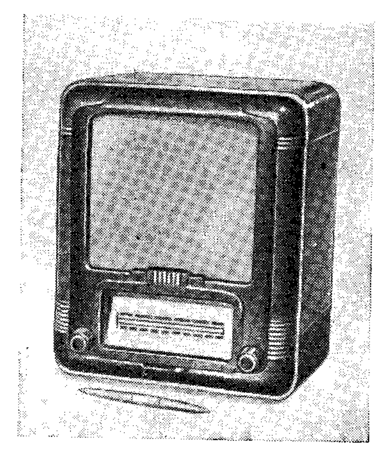


Рис. 30. Внешний вид приемника «Искра-53».

В диапазоне СВ в приемнике используется индуктивная связь антенны с входным контуром $L_2C_5C_4$, причем в качестве антенной катушки связи используется часть контурной катушки L_3 длинноволнового диапазона. В диапазоне ДВ применена внутриемкостная связь с антенной. Антенна подключается к конденсатору C_7, который входит в длинноволновый контур $L_3C_5C_4C_7$ и включен последовательно с катушкой L_3. С входных контуров принятый сигнал поступает на преобразователь, собранный на лампе $Л_1$.

Гетеродин преобразователя собран по схеме с индуктивной обратной связью и контуром в цепи сетки. При этом в контуре гетеродина используются лишь верхние (по схеме) части катушек L_4 и L_5, а их нижние части, включенные в цепь анода гетеродина (вторая и четвертая сетки лампы $Л_1$), служат катушками обратной связи. Напряжение питания анода гетеродина подводится к выводам катушек, которые «заземлены» по высокой частоте с помощью конденсатора C_{12}. Таким образом, схема гетеродина по существу не отличается от приведенной на рис. 4. В диапазоне ДВ контур гете-

Рис. 31. Принципиальная схема приемника «Искра-53».

родина образован верхней частью катушки L_5 и конденсаторами C_{11}, C_9 и C_8, а в диапазоне СВ — верхней частью катушки L_4, конденсаторами C_8 и включенными параллельно C_9 и C_{10}.

Колебания промежуточной частоты выделяются на двухконтурном ФПЧ (L_6C_{13} и L_7C_{14}), включенном в анодную цепь лампы $Л_1$. Выделенные колебания с контура L_7C_{14} поступают на управляющую сетку лампы $Л_2$, на которой собран каскад УПЧ, усиливаются им и выделяются на одноконтурном ФПЧ (L_8C_{16}) в анодной цепи. Усиленные колебания промежуточной частоты с контура L_8C_{16} через катушку связи L_9 поступают на детектор, собранный на диодной части лампы $Л_3$ по последовательной схеме. Нагрузкой детектора служит потенциометр R_6 (регулятор громкости), зашунтированный конденсатором C_{17}. Для увеличения коэффициента передачи детектора на анод диода с потенциометра R_6 подается положительное смещение от накальной батареи. Напряжение на нагрузке детектора используется для АРУ. С фильтра R_5C_{15} оно поступает на управляющую сетку каскада лампы $Л_2$ УПЧ, а с фильтра R_3C_7 — на сетку лампы $Л_1$ (преобразователь).

Низкочастотные колебания с регулятора громкости R_6 поступают на управляющую сетку пентодной части лампы $Л_3$, на которой собран каскад предварительного УНЧ. Усиленные низкочастотные колебания снимаются с анодной нагрузки R_9 и через разделительный конденсатор C_{20} поступают на выходной каскад, собранный на лампе $Л_4$. В анодную цепь лампы $Л_4$ включен выходной трансформатор *Тр*, нагруженный на громкоговоритель *Гр*.

Для повышения экономичности выходной каскад работает в режиме с «плавающей» рабочей точкой, в котором анодный ток лампы $Л_4$ зависит от выходной мощности. Такой режим достигается автоматическим изменением смещения на управляющей сетке. Для этого в выходном трансформаторе *Тр* имеется дополнительная обмотка *III*, напряжение которой выпрямляется купроксным детектором *Д*. Смещение на управляющей сетке лампы складывается из напряжения батареи смещения (—9 *в*) и выпрямленного напряжения на резисторе R_{13}, являющемся нагрузкой детектора *Д*. Чем больше напряжение на резисторе R_{13}, тем меньше отрицательное смещение на сетке лампы $Л_4$ и больше ее анодный ток. В паузах, когда выпрямленное напряжение равно нулю, смещение равно —9 *в* и анодный ток лампы не превышает 1,5—2 *ма*.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ТРАНЗИСТОРНОГО ВАРИАНТА ПРИЕМНИКА «ИСКРА-53»

На рис. 32 показана принципиальная схема транзисторного варианта массового батарейного приемника «Искра-53». Разберем, как составлялась эта схема.

Гетеродин преобразовательного каскада приемника «Искра-53» собран по схеме с индуктивной связью и контуром в цепи сетки. Если сравнить его схему со схемой гетеродина лампового преобразователя на рис. 4. то легко увидеть, что между ними нет существенного различия. Разница заключается лишь в способе подачи анодного напряжения. Учитывая указанное сходство, при составлении транзисторного аналога преобразователя приемника «Искра-53» целесообразно исходить из схемы транзисторного аналога преобразователя на гептоде 6И1П, приведенной на рис. 8, изменив ее таким образом, чтобы в ней можно было использовать входные и гетеродинные контуры приемника «Искра-53». Именно так и было сделано при составлении схемы, показанной на рис. 32. Гетеродин транзисторного варианта (рис. 32) собран на транзисторе T_3 и отличается от показанного на рис. 8 способом подачи коллекторного напряжения и применением упрощенной схемы коллекторной цепи, которая приведена на рис. 9. Для связи со смесителем введены две катушки — L_{10} и L_{11}. Смеситель транзисторного варианта точно такой же, как и на рис. 8.

В транзисторном варианте используется упрощенная схема входной цепи лампового приемника. Вместо внутриемкостной связи входного контура с антенной в диапазоне ДВ используется емкостная связь с помощью конденсатора C_2. Так как настроить в любительских условиях сложный фильтр $L_1C_1R_1C_2C_3$ на входе лампового приемника довольно трудно, в транзисторном варианте применен простой фильтр, предотвращающий попадание на вход приемника колебаний с промежуточной частотой. Фильтр образован конденсатором C_1 и частью витков катушки L_1. Как и в предыдущем случае, в транзисторном варианте без существенных переделок используется блок высокочастотных контуров и ФПЧ от лампового приемника «Искра-53».

Усилитель промежуточной частоты транзисторного варианта собран по схеме, показанной на рис. 12 на транзисторах T_4 и T_5, а детектор — по схеме, показанной на рис. 15. В отличие от лампового приемника входное напряжение детектора снимается не с катушки L_9, а с контура ФПЧ L_8C_{18} через разделительный конденсатор C_{22}. Катушка L_9 в транзисторном варианте не используется. Напряжение АРУ с нагрузки R_{14} детектора через резистор R_{10} поступает на базу транзистора T_4 УПЧ.

Усилитель низкой частоты в транзисторном варианте собран на транзисторах T_6—T_9 по схеме, приведенной на рис. 17. Такой УНЧ достаточно экономичен и обеспечивает получение выходной мощности, равной мощности лампового приемника. Питание транзисторного варианта осуществляется от батарей. Напряжение питания равно 9 *в*. Потребляемый ток в режиме молчания не превышает 10—12 *ма* и при номинальной выходной мощности увеличивается до 30—40 *ма*. Коэффициент полезного действия транзисторного варианта составляет около 50%, что значительно выше, чем у лампового приемника.

КОНСТРУКЦИЯ И ДЕТАЛИ

Сборку транзисторного варианта производят на шасси лампового приемника. Блок высокочастотных контуров, сдвоенный конденсатор переменной емкости со шкалой и верньером, ламповые панельки, а также двухконтурный ФПЧ преобразователя при переделке не меняют своего места на шасси. Выходной трансформатор лампового приемника *Тр* снимают. Гетинаксовая плата, на которой расположен контур L_8C_{16} ФПЧ и другие детали схемы, также снимают. Все детали, смонтированные на этой плате, за исключением контура, удаляют. После этого верхнюю часть платы срезают так, чтобы она выступала над шасси не более чем на 8—10 *мм*, а затем ставят на свое место. Если для питания приемника используют две последовательно соединенные батареи от карманного фонаря (КБС-Л-0,5),

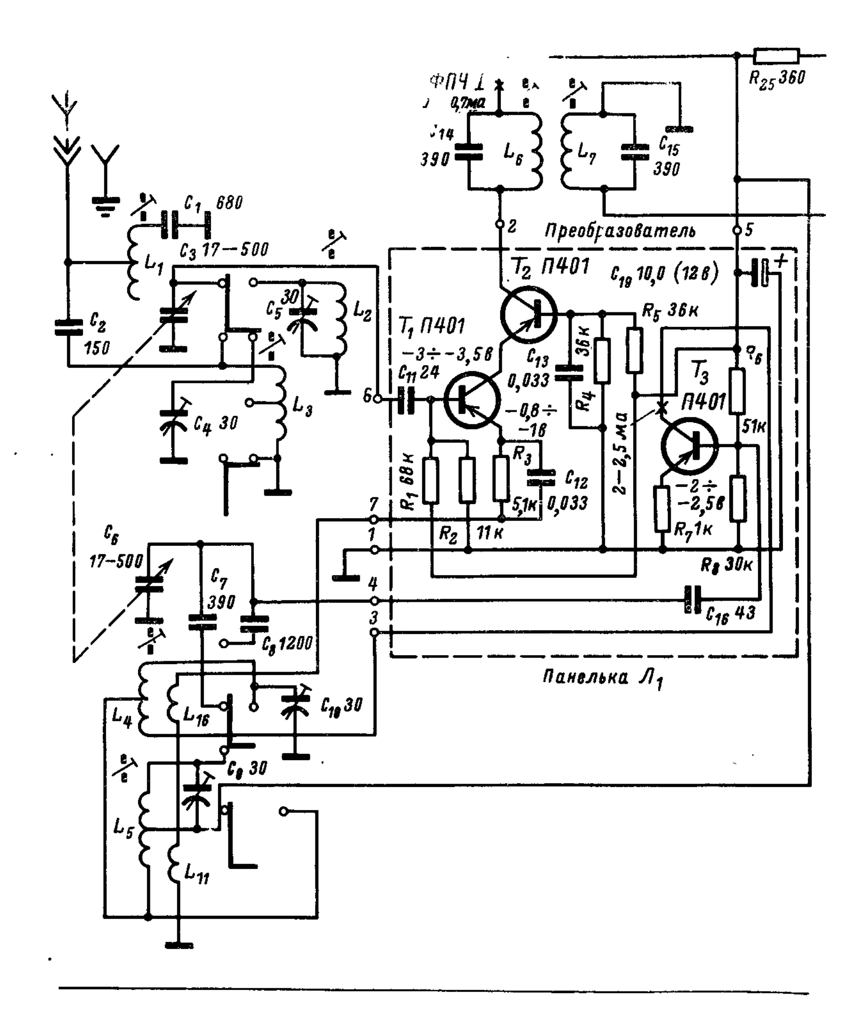


Рис. 32. Принципиальная схема транзисторного варианта лампового приемника «Искра-53».

(Коллекторный ток и напряжение на эмиттере транзистора T_3 гетеродина указаны при отсутствии генерации, когда пластины конденсатора C_6 замкнуты накоротко.)

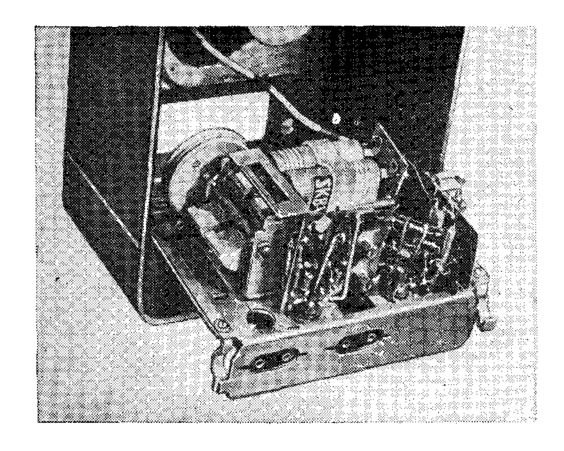


Рис. 33. Вид на шасси изготовленного приемника.

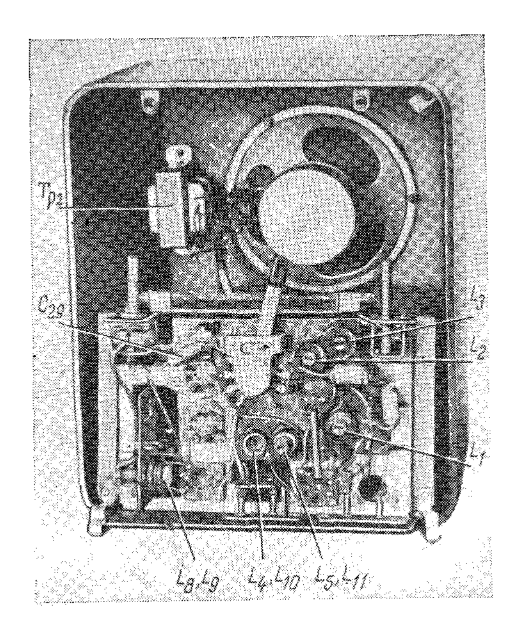


Рис. 34. Вид на монтаж в подвале шасси.

то их можно расположить сверху шасси на месте выходного трансформатора, прикрепив к шасси П-образной скобой. Скобу можно согнуть из полоски органического стекла шириной 10—12 *мм* и прикрепить к шасси двумя винтами. Подключение батарей к схеме осуществляется с помощью контактной пластины, конструкция которой может быть самой разнообразной. Выходной трансформатор $Тр_2$ транзисторного варианта располагают на отражательной доске рядом с громкоговорителем. Внешний вид шасси транзисторного варианта показан на рис. 33, а монтаж в подвале шасси — на рис. 34.

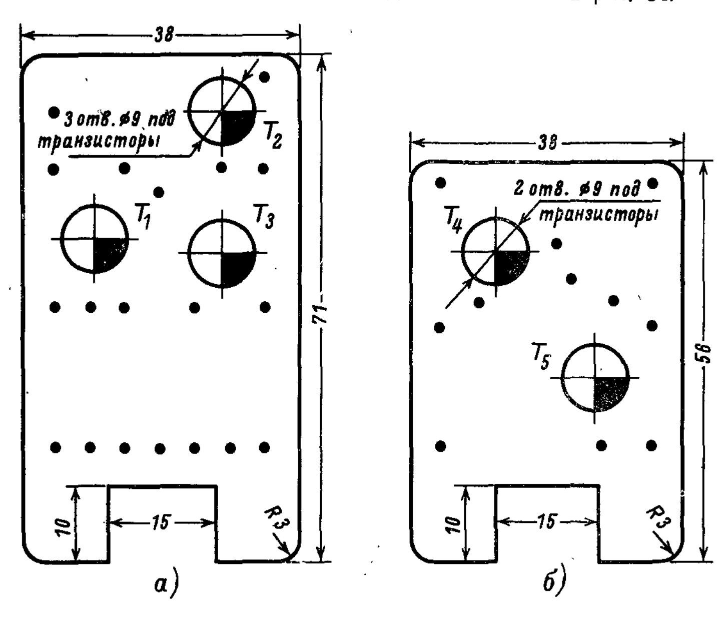


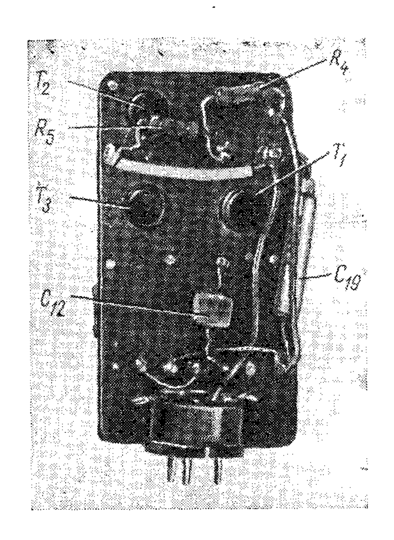
Рис. 35. Чертежи плат транзисторных аналогов.
а — плата преобразователя; *б* — плата УПЧ и детектора.

Конструктивно транзисторные аналоги преобразовательного каскада и УПЧ с детектором выполнены так же, как и при переделке приемника «Москвич-В», только в качестве цоколя использованы семиштырьковые пластмассовые панельки для пальчиковых ламп. Штырьками цоколя служат кусочки луженого медного провода диаметром 0,6—0,7 *мм* и длиной около 15 *мм*, вставленные в гнезда панелек. Платы выполнены из гетинакса толщиной 1,5—2 *мм* по чертежам, приведенным на рис. 35.

Во избежание ошибок при распайке выводов плат, напомним, что отсчет лепестков на панельке-цоколе ведется против часовой стрелки, если смотреть со стороны платы.

Внешний вид собранных аналогов показан на рис. 36 и 37.

Усилитель низкой частоты в отличие от предыдущего приемника смонтирован на отдельной плате, которая привинчивается к отогнутой стороне выреза в правой части шасси. Чертеж платы УНЧ



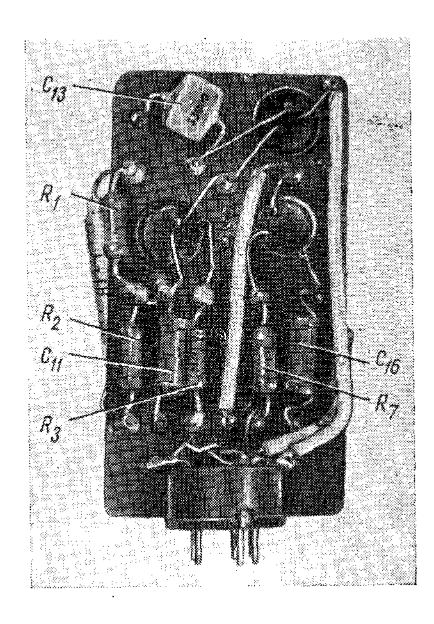
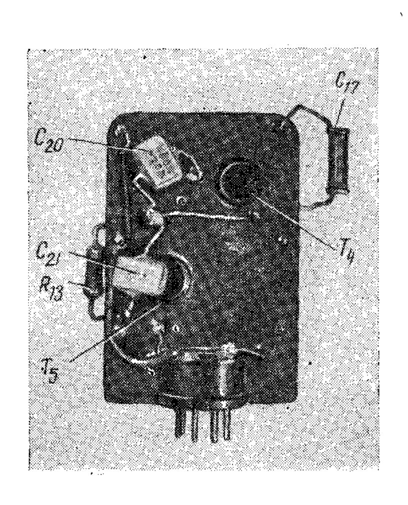


Рис. 36. Готовая плата преобразователя.



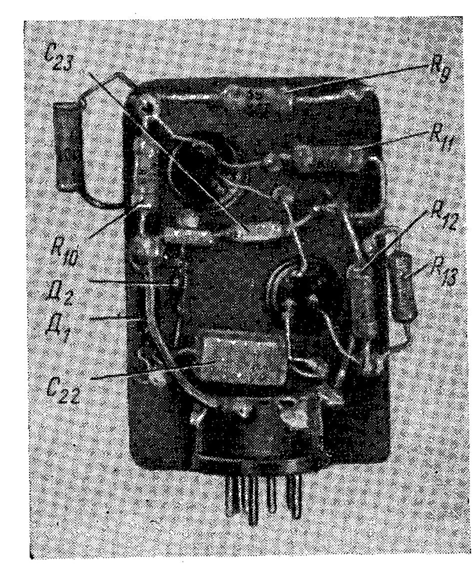


Рис. 37. Готовая плата УПЧ с детектором.

показан на рис. 38, а готовая плата — на рис. 39. При необходимости использовать приемник для воспроизведения грамзаписи на входе усилителя следует поставить эмиттерный повторитель, как это сделано на рис. 16 (см. стр. 21). Размеры платы УНЧ достаточны для размещения на ней эмиттерного повторителя. Чтобы сократить длину монтажных проводов, в контуре L_8C_{14} используется нижняя катушка ФПЧ, расположенная под шасси. Верхняя катушка ФПЧ используется в контуре L_7C_{15}, причем разделительный конденсатор C_{17}, соединяющий этот контур с базой транзистора T_4, также располагается сверху и припаивается непосредственно к монтажному штырьку платы транзисторного УПЧ и детектора. Катушку L_9 (рис. 32), которая не используется в транзисторном варианте, удалять с каркаса не следует.

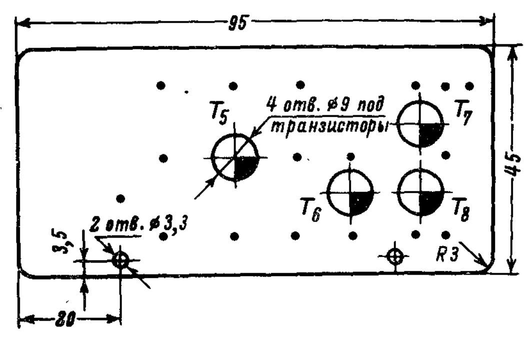


Рис. 38. Чертеж платы УНЧ.

Чтобы предотвратить случайное выпадение аналогов из ламповых панелек, рекомендуется изготовить простейшие держатели. Их можно сделать из узких резиновых полосок, которые охватывают плату сверху и притягивают ее к шасси. На концах полосок делают проволочные крючки, которые вставляются в отверстия около ламповых панелек.

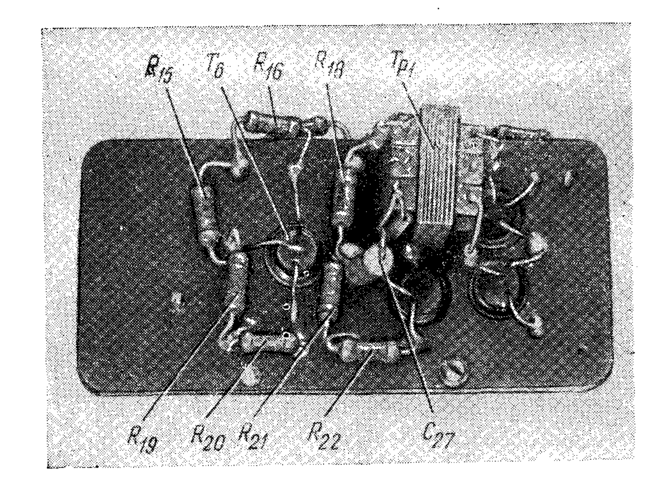
Катушки L_{10} и L_{11} связи смесителя с гетеродином содержат 3 и 5 витков провода ПЭЛШО или ПЭЛ 0,12—0,15. Намотку производят на бумажных кольцах шириной 3—4 *мм*, которые затем надевают на каркасы контурных катушек гетеродина. Выходной трансформатор $Тр_2$ изготовляют из выходного трансформатора лампового приемника «Искра-53».

Трансформатор $Тр_1$ — заводского изготовления. Подробнее о трансформаторах $Тр_1$ и $Тр_2$ см. на стр. 23.

Если трансформатор $Тр_1$ изготовлен самостоятельно и его размеры получились большими, то его удобнее расположить на шасси рядом с УНЧ.

Список типов конденсаторов, диодов и транзисторов, нужных для переделки радиоприемника «Искра-53» на транзисторы, приведен в табл. 4. Резисторы можно применять типов МЛТ-0,25, МЛТ-0,5 и УЛМ.

Для питания приемника можно использовать две последовательно соединенных батареи КБС-Л-0,5 (3,7-ФМЦ-0,5). Такого комплекта в среднем хватает на 60 *ч* работы приемника.



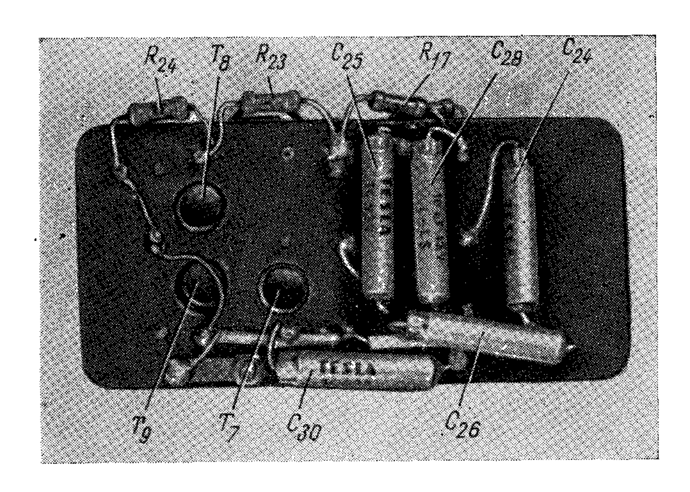


Рис. 39. Готовая плата УНЧ.

Предпочтительно для питания приемника использовать батареи с большей емкостью, например, последовательно соединенные батареи типа «Сатурн» или «Марс» (1,6—ФМЦ-у-3,2). Такие батареи могут обеспечить питание приемника в течение 200—300 *ч*, т. е. при работе приемника по 3—4 *ч* в день такого комплекта хватит на 2—3 мес.

Для нормальной работы изготовленного приемника нужны хорошая антенна и заземление. При использовании наружной антенны ее следует обязательно снабдить грозозащитой.

Таблица 4

Обозначение детали на схеме	Тип	Возможная замена
C_2	КТ-2(КТК)	КТ-1(КТК-М), КСО-1, ПСО
C_{11}	КТ-2(КТК)	КТ-1(КТК-М), КСО-1, ПСО
C_{23}	КЛС	БМ-2
C_{13}, C_{21} и C_{12}	КЛС	—
C_{16}	КТ-2(КТК)	КТ-1(КТК-М), КСО-1, ПСО
C_{17} и C_{22}	КТ-2(КТК)	КТ-1(КТК-М), КСО-1, ПСО
C_{18}	КТ-2(КТК)	КТ-1(КТК-М), КСО-1, ПСО
C_{19}, C_{24}, C_{25}, C_{26}, C_{28} и C_{36}	ЭМ	Типа „Тесла", К50-6
C_{26}	КТ-1	КД(КДС), КЛС
C_{27}	БМ-2	ПСО, КСО
C_{29}	ЭМ	Типа „Тесла", К50-6
$Д_1$ и $Д_2$	Д9А	Любые диоды типа Д9, а также типов Д2 и Д1
T_1—T_5	П401	П402—П403, П420—П423
T_6—T_9	П13	П13А—П16, МП39—МП42

НАЛАЖИВАНИЕ ТРАНЗИСТОРНЫХ ВАРИАНТОВ

После тщательной проверки монтажа собранного приемника можно приступить к его налаживанию. Если есть возможность, то наладку приемника лучше всего производить с помощью генератора стандартных сигналов, лампового вольтметра и др., использование которых позволяет получить хорошие результаты и сэкономить много времени. Однако учитывая, что такая возможность имеется далеко не у каждого радиолюбителя, мы подробно остановимся на настройке приемника по сигналам принимаемых станций, когда из измерительных приборов у радиолюбителя имеется какой-либо фабричный или самодельный тестер. Как показывает практика, такой способ налаживания позволяет добиться вполне удовлетворительных результатов, правда при большей затрате времени.

Некоторую помощь при налаживании может оказать фабричный приемник с градуированной шкалой, но можно обойтись и без него.

При налаживании транзисторного варианта сетевого приемника следует соблюдать большую осторожность, так как цепи первичной обмотки трансформатора питания $Тр_2$ и неиспользованная вторичная обмотка находятся под высоким напряжением.

Налаживание собранного приемника начинают с проверки выпрямителя. Тумблер $П_2$ ставят в положение «звукосниматель» (отпаивают незаземленный конец потенциометра R_{14} от детектора)*, чтобы отключить УНЧ от высокочастотной части приемника и включают приемник в сеть.

* Заключенное в скобки здесь и далее без прямой ссылки на приемник «Москвич» относится к приемнику «Искра-53».

Производят измерение выходного напряжения выпрямителя на конденсаторе C_{31} общего тока, потребляемого приемником от выпрямителя (или батареи) и протекающего в общей минусовой цепи. Заметим, что производить какие-либо изменения в схеме приемника, в том числе разрывать цепь и подключать приборы для измерения тока, можно только при выключенном питании.

Если в приемнике «Москвич-В» выпрямленное напряжение значительно отличается от 12 *в*, то его значение подгоняют изменением сопротивления гасящего резистора R_{28}. Для удобства подбора при налаживании приемника резистор R_{28} лучше заменить проволочным потенциометром или реостатом. Если ток, потребляемый от выпрямителя, сильно отличается от указанного на принципиальной схеме, то это говорит о наличии неисправных деталей или ошибок в монтаже. Устранив найденные дефекты, переходят к проверке режимов каскадов приемника по постоянному току, которую начинают с выходного каскада УНЧ.

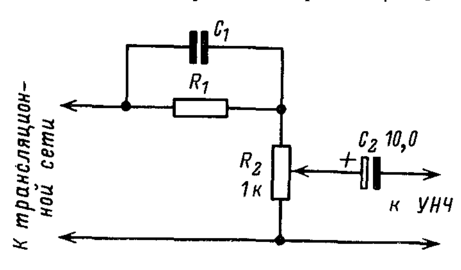


Рис. 40. Делитель напряжения для подключения трансляционной сети ко входу УНЧ.

(При напряжении трансляционной сети 15 *в* R_1=150 *ком*, C_1=50 *пф*; при напряжении 30 *в* R_1=300 *ком*, C_1=10 *пф*.)

Нужную величину коллекторного тока транзистора T_8 (T_8 и T_9 приемника «Искра-53») устанавливают подбором сопротивления резистора R_{25} (R_{23}). Подбирать нужное сопротивление резистора лучше через 10—15 *мин* после включения приемника, так как из-за прогрева транзистора T_8 для установления постоянного значения его коллекторного тока требуется некоторое время. При подборе коллекторного тока надо следить, чтобы питающее напряжение оставалось постоянным. В случае необходимости его можно отрегулировать, изменяя сопротивление резистора R_{28} («Москвич-В»). Подобрав нужную величину коллекторного тока выходного каскада, переходят к проверке режимов транзисторов T_6 и T_7. Подбирать режим этих транзисторов можно как по значению коллекторного тока, так и по напряжению на эмиттерных резисторах. Последний способ удобнее, так как не требуется разрывать цепь для подключения измерителя тока.

Если измеренные величины отличаются от указанных на принципиальной схеме, то их следует подогнать с помощью резисторов R_{17} и R_{20} (R_{15} и R_{18}). При уменьшении сопротивления этих резисторов коллекторный ток, а следовательно, и напряжение на резисторе в цепи эмиттера увеличиваются. Подогнав режимы транзисторов УНЧ, проверяют его общую работоспособность, касаясь незаземленного, верхнего по схеме, гнезда звукоснимателя (незаземленного крайнего вывода регулятора громкости) отверткой или пинцетом. При этом в громкоговорителе должен быть слышен характерный гул низкого тона, громкость которого должна плавно изменяться при повороте рукоятки потенциометра R_{16} (R_{14}). Если изменение громкости происходит не плавно и сопровождается треском, то потенциометр R_{16} (R_{14}) регулировки громкости надо заменить. Качество работы УНЧ лучше всего проверить, подключив к гнездам «Звукосниматель» (к регулятору громкости) проигрыватель или через делитель, показанный на рис. 40, трансляционную сеть. При полном повороте ручки потенциометра R_2 делителя величина напряжения, подаваемая на вход УНЧ, изменяется от 0 до 0,1 *в*. Тембр звучания в случае необходимости можно подобрать, изменяя емкость конденсатора C_{26} (C_{27}). Увеличение емкости этого конденсатора приводит к снижению усиления на высоких частотах звукового диапазона. Если УНЧ возбуждается, следует увеличить емкость конденсатора C_{28} развязывающего фильтра.

После того как усилитель низкой частоты налажен, тумблер $П_2$ ставят в положение «*Приемник*». При этом УНЧ соединяется с высокочастотной частью приемника и используется при ее налаживании. Если при переключении тумблера в громкоговорителе приемника слышен свист — это говорит о возбуждении приемника, которое следует устранить. Прежде всего следует попробовать поменять местами концы контурных катушек L_7—L_9 (L_6—L_8) ФПЧ. Если это не помогло, то можно попробовать ввести последовательно с потенциометром R_{16} (R_{14}) развязывающий фильтр, показанный на рис. 21 пунктиром. В некоторых случаях возбуждение возникает из-за емкостной связи между транзисторами, входящими в каскодную схему. Чтобы ослабить такую связь, между транзисторами T_1 и T_2 на плате преобразователя и между транзисторами T_4 и T_5 на плате УПЧ и детектора следует поместить экран в виде двух полосок из жести, расположенных с обеих сторон платы и «заземленных». Указанных мер обычно достаточно, чтобы устранить возбуждение. После этого переходят к проверке режимов транзисторов высокочастотных каскадов: усилителя промежуточной частоты и смесителя.

Режимы УПЧ и смесителя, собранных по каскодной схеме, определяются общим коллекторным током транзисторов T_1, T_2 и T_4, T_5 и напряжением на коллекторе транзисторов T_1 и T_5. Если измеренные величины отличаются от указанных на принципиальной схеме, то их следует подогнать, изменяя сопротивления резисторов R_1R_5 и $R_{10}R_{14}$ (R_9R_{13}). Затем приступают к проверке и налаживанию гетеродина, начиная с измерения коллекторного тока транзистора T_3. Измерение и установку нужной величины коллекторного тока транзистора гетеродина T_3 производят при отсутствии колебаний. Для этого выводы конденсатора C_8 (C_6) замыкают накоротко. Следует иметь в виду, что значения коллекторного тока транзистора T_3 при наличии и отсутствии генерации сильно отличаются друг от друга (в 2 и более раз). Это обстоятельство может быть использовано для проверки работы гетеродина. Кроме того, при перестройке гетеродинного контура коллекторный ток транзистора T_3 может меняться. Регулировку его производят подбором сопротивления резистора R_6.

Установив нужный коллекторный ток (2—2,5 *ма*), необходимо убедиться, что гетеродин работает на всех участках диапазона. Если при замыкании выводов конденсатора C_8 коллекторный ток транзистора T_3 изменяется, значит гетеродин генерирует. Чем больше изменяются показания прибора при замыкании конденсатора C_8 (C_6), тем больше амплитуда генерируемых колебаний. Чтобы подключение миллиамперметра в коллекторную цепь транзистора T_3 не меняло режим гетеродина по высокой частоте, миллиамперметр следует зашунтировать конденсатором емкостью 0,05—0,1 *мкф*.

Наличие генерации проверяют на обоих диапазонах при различных положениях конденсатора переменной емкости C_8, C_9 (C_3, C_6).

Если генерация срывается на каком-либо одном участке диапазона, то необходимо повысить коэффициент обратной связи, увеличив емкость конденсатора C_{16}. Однако увеличивать емкость этого конденсатора свыше 56—62 *пф* не следует. Если этого окажется недостаточно, то следует повысить емкость конденсатора C_{15} (только для приемника «Москвич») или увеличить коллекторный ток транзистора T_3, уменьшая сопротивления резисторов R_6 или R_7. В некоторых случаях срыв генерации происходит из-за слишком сильной связи контура гетеродина со смесителем. Чтобы ослабить связь, следует уменьшить количество витков катушек связи L_{10} и L_{11}. Изменять сопротивления резисторов и емкости конденсаторов в процессе налаживания гетеродина следует постепенно, каждый раз на небольшую величину. Если указанных мер недостаточно для получения генерации по всему диапазону, транзистор гетеродина T_3 следует заменить.

В некоторых точках диапазона в гетеродине может возникнуть прерывистая генерация, о которой можно судить по характерному шороху, слышному в громкоговорителе при определенном положении конденсатора настройки. Для устранения прерывистой генерации следует уменьшить емкость конденсатора C_{15} (только для приемника «Москвич-В») или сопротивление резистора R_7. Добившись устойчивой генерации, переходят к настройке приемника по сигналам принимаемых радиостанций.

Подключив к приемнику антенну и медленно вращая переменный конденсатор, настраиваются на какую-либо радиостанцию. Приняв сигналы, настраивают контур L_9C_{19} (L_8C_{18}) УПЧ, а затем контуры L_8C_{11} и L_7C_{10} (L_7C_{15} и L_6C_{14}) преобразователя. Настройку производят по максимуму громкости, медленно поворачивая сердечники катушек контуров. Если максимальная громкость получается, когда сердечники катушек почти полностью вывернуты, необходимо уменьшить емкость контурных конденсаторов так, чтобы в настроенном контуре сердечник катушки находился примерно в среднем положении.

Настройку контуров на промежуточную частоту быстрее и проще можно осуществить с помощью фабричного приемника, промежуточная частота которого такая же, как и у изготовленного. При работе приемника в непосредственной близости от контуров ФПЧ создается электромагнитное поле промежуточной частоты, промодулированное сигналом принимаемой станции, которое может быть использовано для настройки контуров нашего приемника. Настройку контуров производят следующим образом. К базе транзистора T_1 через конденсатор емкостью в несколько сотен пикофарад подключают кусок провода длиной 1—1,5 *м*, располагаемый в непосредственной близости от фабричного приемника и играющий роль антенны. Фабричный приемник настраивают на какую-нибудь хорошо слышимую станцию, которую лучше выбирать так, чтобы оба приемника были включены на разные диапазоны. После этого контуры ФПЧ подстраивают так, чтобы принятая станция была слышна на изготовленном приемнике с максимальной громкостью. Если громкость недостаточна, то следует приблизить провод к корпусу приемника или обмотать вокруг него.

Настроив контуры ФПЧ на промежуточную частоту, переходят к настройке входных и гетеродинных контуров, которая заключается в установке заданных границ принимаемых диапазонов и сопряжении настроек. При настройке приемника по сигналам принимаемых

станций для сопряжения контуров в диапазоне СВ (577—187 *м*) лучше всего подходят радиостанции с длиной волны около 550 *м* для сопряжения в начале диапазона и с длиной волны около 200 *м* — для сопряжения в конце диапазона. В диапазоне ДВ (2 000—723 *м*) для сопряжения в начале диапазона лучше всего подходят станции с длиной волны около 1 800 *м*, а для сопряжения в конце диапазона — с длиной волны около 800 *м*. Если указанные станции не слышны в месте приема, то сопряжение можно вести и по сигналам других станций, правда качество сопряжения при этом получается несколько хуже.

Длину волны, на которой работает радиостанция, можно определить по шкале фабричного приемника, кроме того, ее обычно сообщают перед началом передач.

Поскольку в наших приемниках безразлично, с какого диапазона начинать настройку контуров, начнем, например, со средних волн.

Начинают настройку с установки границ диапазона, которые определяются настройкой гетеродинных контуров $L_5C_3C_5C_8$ на СВ и $L_6C_4C_7C_6C_8$ на ДВ у приемника «Москвич-В» и $L_4C_8C_7C_{10}C_6$ и $L_5C_7C_9C_6$ соответственно у «Искры-53». В нашем случае эта операция несколько упрощается благодаря тому, что в транзисторном варианте используется готовая шкала лампового приемника. По ней можно определить длины волн станций, которые должны приниматься при различных положениях ротора конденсатора переменной емкости.

Начальный участок диапазона, соответствующий максимальной емкости переменного конденсатора, подгоняется изменением индуктивности гетеродинных катушек $L_5(L_4)$ на СВ и $L_6(L_5)$ на ДВ, а конец диапазона — изменением емкости подстроечных конденсаторов $C_3(C_{10})$ на СВ и $C_4(C_9)$ на ДВ.

Настроившись на станцию, расположенную в начале СВ диапазона (в Москве и Московской области для этой цели хорошо подходит станция, работающая на волне 547 *м*), и медленно поворачивая сердечник катушки $L_5(L_4)$, добиваются, чтобы станция заняла нужное положение на шкале приемника, т. е. когда указатель настройки на шкале установлен на длине волны 547 *м*. После этого переходят к подгонке конца диапазона, настроившись на станцию с длиной волны около 200 *м*. Изменяя емкость подстроечного конденсатора $C_3(C_{10})$, добиваются, чтобы и эта станция заняла нужное положение на шкале. Если нужной настройки не удается получить даже при минимальной емкости подстроечного конденсатора, то следует попытаться уменьшить емкость монтажа, укоротив выводы гетеродинных катушек, длину соединительных проводов и т. д. Если этих мер окажется недостаточно — значит, емкость, вносимая в контур гетеродина транзистором T_3, слишком велика. В этом случае следует несколько уменьшить емкость сопрягающего конденсатора $C_5(C_8)$ или добиться работы гетеродина при меньшей емкости разделительного конденсатора C_{16}. Прибегать к указанным мерам следует только в том случае, когда положение указателя на шкале существенно отличается от нужного.

Следует добавить, что подобные случаи при переделке приемников на транзисторы встречаются довольно редко.

Добившись нужной настройки в конце диапазона, приемник снова настраивают на станцию, расположенную на начальном участке, и проверяют, не изменилась ли настройка. В случае необходимости приемник следует подстроить с помощью сердечника катушки $L_5(L_4)$. На этом установка границ средневолнового диапазона заканчивается,

и остается только подстроить входной контур $L_2C_1C_9$ ($L_2C_3C_5$). Его подстраивают по сигналам тех же станций, которые использовались для установки границ диапазона.

Настроившись на станцию, расположенную в начале СВ диапазона, поворачивают сердечник катушки L_2 до получения максимальной громкости, затем настраивают приемник на станцию в конце диапазона и добиваются максимума громкости, изменяя емкость подстроечного конденсатора C_1 (C_5). На этом настройка СВ диапазона заканчивается; настройка ДВ диапазона производится точно так же. В некоторых случаях на конечном участке ДВ диапазона (длина волны около 723 *м*) из-за близости частоты настройки к промежуточной в преобразовательном каскаде приемника «Москвич-В» возникает генерация, которая устраняется тщательной настройкой входного контура $L_4C_2C_9$ (подбором емкости конденсатора C_2).

Как было указано выше, в некоторых случаях из-за малой емкости разделительного конденсатора C_{12} (C_{11}) на входе смесителя чувствительность приемника на начальном участке ДВ диапазона может заметно понизиться. Выровнять чувствительность приемника «Москвич-В» в диапазоне ДВ в ряде случаев удается путем подключения параллельно антенной катушке связи L_3 конденсатора C_{32}, показанного на рис. 21 пунктиром. Емкость этого конденсатора подбирают опытным путем для данной антенны (от нескольких десятков до сотни и более пикофарад). После подключения конденсатора C_{32} необходимо проверить настройку контура $L_4C_2C_9$.

Для настройки фильтра-пробки L_1C_1 на входе приемника «Искра-53» можно воспользоваться колебаниями промежуточной частоты с выхода каскада УПЧ при приеме какой-либо станции. Практически поступают следующим образом: настроившись на какую-либо хорошо слышимую станцию, отпаивают вывод катушки L_1, соединенный с антенной и подключают его к коллектору транзистора T_5. Настройку контура в резонанс производят сердечником катушки L_1 по минимуму громкости. В момент резонанса энергия, отбираемая контуром L_1C_1 с выхода УПЧ, будет максимальна. После настройки контура схему приемника восстанавливают. В некоторых случаях для настройки в резонанс бывает необходимо изменить емкость конденсатора C_1.

На этом настройка транзисторного варианта заканчивается.

В табл. 5 приведены основные параметры массовых приемников «Москвич-В» и «Искра-53» и их транзисторных вариантов. Сравнение табличных данных показывает, что при переделке на транзисторы такие параметры массовых приемников, как чувствительность, избирательность, выходная мощность и диапазон воспроизводимых частот, практически не изменяются, а потребляемая мощность уменьшается.

Таблица 5

Приемник	Чувствительность, *мкв*	Избирательность по соседнему каналу, *дб*	Выходная мощность, *вт*	Полоса воспроизводимых частот, *гц*	Мощность, потребляемая от сети, *вт*
„Москвич-В“	Не ниже 500	15	0,5	200—3 000	40
Транзисторный вариант	Не ниже 500	15	0,5	300—3 500	8
„Искра-53“	Не ниже 400	15—20	0,15	200—3 000	1,44
Транзисторный вариант	500	16	0,15	300—4 000	0,3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В предыдущих главах было показано, что массовые приемники сравнительно просто могут быть переделаны на транзисторы и такая переделка, практически не изменяя электрических параметров массового приемника, значительно повышает его экономичность. При этом, естественно, возникает вопрос, можно ли переделать на транзисторы ламповые приемники более высокого класса?

По сравнению с массовыми приемниками приемники 2-го класса, например, кроме диапазонов ДВ и СВ, имеют полурастянутые диапазоны КВ, а современные сетевые приемники обязательно имеют диапазон УКВ. Чувствительность таких приемников в 2—3 раза, а избирательность по соседнему каналу на ДВ и СВ диапазонах в среднем на 15 *дб* превосходят аналогичные параметры массовых приемников. Усилители низкой частоты приемников 2-го класса имеют значительно большую выходную мощность и более широкую полосу воспроизводимых частот.

Можно ли получить такие же параметры, если лампы в каскадах приемников 2-го класса заменить транзисторами, сохранив при этом такие детали, как блок высокочастотных контуров, фильтры промежуточной частоты и др., как это делалось при переделке массовых приемников?

Использовать транзисторные аналоги ламповых преобразовательных каскадов на коротких волнах, вообще говоря, можно, однако добиться удовлетворительной работы такого трехдиапазонного аналога значительно труднее, а усиление, даваемое в диапазоне КВ из-за неравномерности частотных свойств транзисторов, получается меньше, чем в диапазонах ДВ и СВ. Что касается диапазона УКВ, то использовать здесь вместо ламп транзисторные аналоги на широко распространенных транзисторах не представляется возможным.

Чтобы получить чувствительность, которой обладает ламповый приемник 2-го класса, имеющий один каскад УПЧ, необходимо использовать два и более транзисторных каскадов, а поскольку фильтров промежуточной частоты в ламповом приемнике обычно два, остальные каскады придется делать апериодическими. Получить достаточно хорошую избирательность приемника с транзисторным УПЧ, в котором используются только имеющиеся двухконтурные фильтры, от лампового приемника очень трудно.

С некоторыми трудностями придется столкнуться и при переделке низкочастотной части приемника. Сделать УНЧ на транзисторах с выходной мощностью 2 *вт*, полосой воспроизводимых частот от 200 *гц* до 5—7 *кгц* и глубокой раздельной регулировкой тембра довольно сложно. Для получения такой мощности в выходных каскадах транзисторных УНЧ применяется почти исключительно двухтактная схема с мощными выходными транзисторами, для питания которой необходим выпрямитель со стабилизацией выходного напряжения.

Проведенные рассуждения позволяют сделать вывод, что переделка на транзисторы ламповых приемников 2-го, а тем более 1-го класса не может быть рекомендована радиолюбителям. Такая переделка оказывается сравнительно простой и дает хорошие результаты только в случае массовых ламповых приемников со сравнительно невысокими электрическими параметрами. Правда иногда целесообразно переделать на транзисторы сравнительно простые трехдиапазонные приемники 3-го класса, такие, например, как «Рекорд-47» и др., примирившись с некоторым ухудшением их электрических параметров.

При изготовлении схем транзисторных аналогов преобразовательного каскада таких приемников следует брать более высокочастотные транзисторы. Для получения нужной чувствительности приемника может оказаться необходимым использовать дополнительный апериодический каскад УПЧ.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. ПРОВЕРКА ТРАНЗИСТОРОВ

Проверить исправность транзисторов радиолюбитель может с помощью тестера, измеряя сопротивление коллекторного перехода. Для этого переключатели тестера ставят в положение, соответствующее измерению сопротивления с максимальными значениями (у тестеров ТТ-1 и Ц-20 — в положение ×1 000).

Щупы тестера подключают к эмиттеру и коллектору испытуемого транзистора, вывод базы соединяют с выводом эмиттера. При проверке транзисторов структура *p-n-p*, «общий» щуп тестера обязательно подключают к эмиттеру, а при проверке транзисторов структуры *n-p-n* — к коллектору. Ошибка в подключении может привести к выходу из строя испытуемого транзистора. При таком включении прибор показывает сопротивление коллекторного перехода, которое у исправных транзисторов должно быть не менее 50 *ком*. Если стрелка прибора показывает нуль, значит транзистор пробит.

Об усилительных свойствах транзистора можно судить, соединив вывод базы с выводом коллектора через резистор сопротивлением 100 *ком*. При этом показания прибора должны уменьшаться. Чем меньше показания прибора, тем большим коэффициентом усиления по току обладает испытуемый транзистор. Транзистор можно считать исправным, если прибор показывает не более 5—10 *ком*.

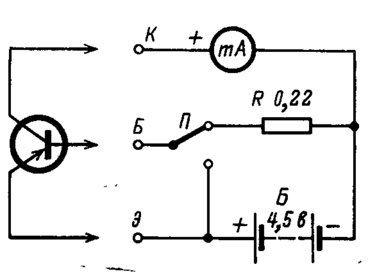


Рис. 41. Простейший прибор для проверки маломощных транзисторов.

Если показания прибора при подключении резистора не изменяются или изменяются незначительно, а также если стрелка прибора не стоит на месте, а показания самопроизвольно меняются, то испытуемый транзистор не годится для работы в приемнике.

Проверка транзисторов тестером позволяет лишь ориентировочно судить об их качестве. Для измерения начального коллекторного тока $I_{к.н}$ и коэффициента усиления по току β в схеме с общим эмиттером можно использовать простейший прибор, схема которого показана на рис. 41.

При подключенном транзисторе и переключателе *П*, стоящем в нижнем положении, через миллиамперметр будет протекать начальный колекторный ток испытуемого транзистора — $I_{к.н}$. Заметим, что

значение его близко к значению обратного коллекторного тока $I_{к.о}$, которое обычно указывают в справочниках. У хороших маломощных транзисторов значение $I_{к.н}$ не должно превышать 20—30 *мка*. Транзисторы с большим значением $I_{к.н}$ применять не следует, так как это может привести к нестабильной работе приемника.

Для измерения коэффициента усиления по току β переключатель следует перевести в верхнее положение. При этом в цепи базы потечет ток $I_б$=20 *мка*. Протекая по эмиттерному переходу, ток $I_б$ вызывает появление коллекторного тока $I_к$, значение которого прямо пропорционально коэффициенту усиления транзистора: $I_к=\beta I_б$. Это выражение позволяет отградуировать шкалу прибора прямо в значениях β. Например, показанию миллиамперметра в 5 *ма* соответствует значение:

$$\beta = \frac{I_к}{I_б} = \frac{5\,000\ мка}{20\ мка} = 250.$$

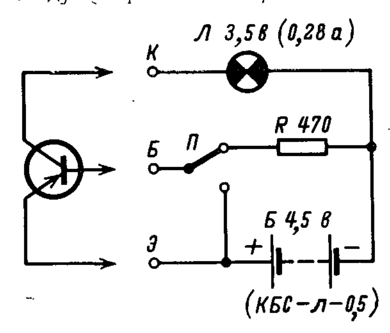


Рис. 42. Простейший пробник для проверки мощных транзисторов.

Таким образом, если в качестве стрелочного измерителя использовать миллиамперметр с током полного отклонения стрелки 5 *ма*, то описанный прибор позволит измерять значения β до 250.

Для проверки мощных транзисторов (типов П201, П201А, П202 и др.) можно использовать простейшую схему, изображенную на рис. 42. В качестве индикатора здесь использована лампочка от карманного фонаря. Работает эта схема аналогично предыдущей. При переключателе *П*, стоящем в нижнем положении, через лампочку протекает начальный коллекторный ток $I_{к.н}$, значение которого у исправных транзисторов мало, и поэтому лампочка *Л* не светится. При переключении *П* в верхнее положение в цепи базы транзистора будет протекать базовый ток около 10 *ма*. Если коэффициент усиления испытуемого транзистора $\beta \geqslant 20 \div 30$, то почти все напряжение батареи будет приложено к лампочке *Л* и она будет светиться с нормальной яркостью. Если яркость свечения мала, значит значение β меньше указанного.

2. ВЫПРЯМИТЕЛЬ ДЛЯ ПИТАНИЯ ЛАМПОВЫХ БАТАРЕЙНЫХ ПРИЕМНИКОВ ОТ СЕТИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Одним из путей модернизации ламповых батарейных приемников, которые остались в электрифицированной сельской местности, является добавление к ним выпрямителя, позволяющего питать эти приемники от сети переменного тока.

Принципиальная схема выпрямителя, который можно использовать для питания любого батарейного приемника выпуска послевоенных лет, показана на рис. 43.

Питание анодных и экранных цепей осуществляется от однополупериодного выпрямителя, собранного на диоде $Д_1$ с резистивно-емкостным фильтром $C_1R_1C_2$.

Напряжение сеточного смещения, необходимое для работы некоторых приемников, получается за счет падения напряжения на резисторе R_2 от постоянной составляющей выпрямленного тока. Если для питания данного приемника источник сеточного смещения не нужен, то резистор R_2 из схемы исключают.

Накальные цепи питаются от двухполупериодного выпрямителя со средней точкой, собранного на диодах $Д_2$ и $Д_3$. Особенностью накального выпрямителя является применение в нем полупроводникового фильтра. По сравнению с индуктивно-емкостным фильтром такой фильтр позволяет получить достаточно хорошую фильтрацию без применения громоздкого дросселя и конденсаторов большой емкости.

В выпрямителе применен фильтр с составным транзистором T_1, T_2, работу которого можно пояснить следующим образом. При постоянном токе базы эмиттерный ток транзистора T_1 слабо зависит от напряжения на коллекторе. Поэтому при постоянном токе базы пульсации выпрямленного напряжения на коллекторе транзистора T_1 не будут вызывать существенных изменений его эмиттерного тока, а следовательно, и тока накала ламп приемника. Постоянство базового тока транзистора T_1, который равен коллекторному току транзистора T_2, достигается за счет выбора большой постоянной времени цепи

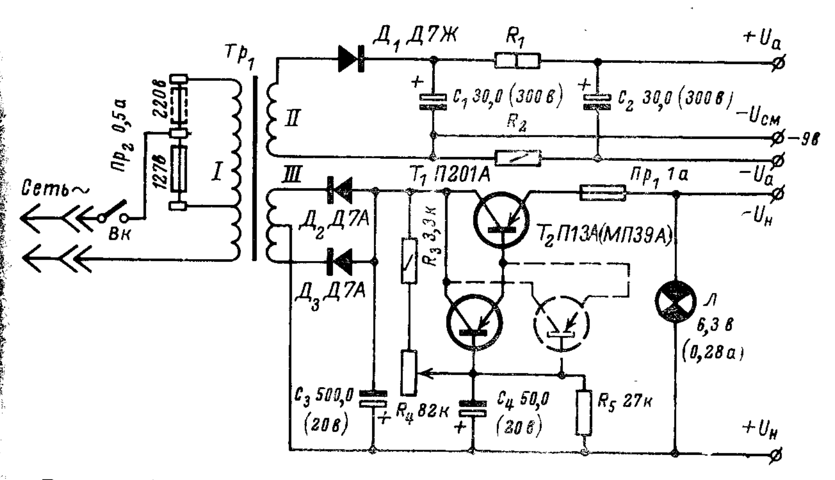


Рис. 43. Схема выпрямителя для питания батарейных приемников от сети переменного тока.

$(R_3+R_4)C_4$, благодаря чему напряжение на базе транзистора T_2 за период пульсации практически не изменяется. Переменный резистор R_4 служит для установки нужного значения напряжения накала.

Лампочка накаливания *Л* используется как индикатор и одновременно является балластным сопротивлением. Предохранитель $Пр_1$ предохраняет транзистор T_1 от выхода из строя при коротком замы-

кании накальной цепи. Для отвода тепла от транзистора T_1 используют радиатор в виде алюминиевой пластины толщиной 3 *мм*, его конструкция аналогична изображенной на рис. 25.

Детали и конструкция. Сердечник трансформатора питания Tp_1 собран вперекрышку из пластин Ш-19, толщина набора 28 *мм*. Для этой цели можно использовать обойму и пластины сердечника выходного трансформатора телевизора «Темп-3».

Сетевая обмотка *I* содержит 1 310+960 витков провода ПЭЛ 0,15. Обмотка *II* намотана проводом ПЭЛ 0,12, обмотка *III* — проводом ПЭ 0,5. Числа витков этих обмоток зависят от токов и напряжений, необходимых для питания данного приемника, и приведены в табл. 6. Там же приведены и необходимые размеры радиатора транзистора T_1 и сопротивления резисторов R_1 и R_2.

Электролитические конденсаторы C_1—C_4 могут быть любого типа: КЭ-1, КЭ-2 и др.; их рабочие напряжения не должны быть меньше указанных на схеме.

В качестве диодов $Д_2$ и $Д_3$ можно использовать любые диоды типа Д7Г—Д7Ж или ДГЦ-24—ДГЦ-27.

В качестве транзистора T_2 могут быть использованы любые транзисторы типа П13А—П16 или МП39А—МП42.

При использовании выпрямителя для питания приемников «Родина», в случае если коэффициент усиления β транзистора T_1 меньше 45, транзистор T_2 следует составить из двух транзисторов указанных типов, соединенных параллельно (на схеме показано пунктиром). Эти транзисторы следует подобрать так, чтобы их коллекторные токи различались не более чем в 1,5—1,6 раза. Вместо двух параллельно соединенных транзисторов можно использовать один, типа П201А.

Конструкция выпрямителя может быть самой различной в зависимости от возможностей, которыми располагает радиолюбитель, и от типа применяемых деталей. Например, выпрямитель можно собрать на гетинаксовом шасси, используя для монтажа проволочные штырьки, как это делалось при монтаже транзисторных аналогов.

Шасси выпрямителя закрывают кожухом, конструкция которого должна исключать доступ к точкам схемы, находящимся под напряжением. Кожух необходимо снабдить автоблокировкой, которую можно выполнить, например, в виде двухполюсной вилки, отключающей провода сети от выпрямителя при выдвигании шасси. Для вентиляции в стенке кожуха со стороны радиатора транзистора T_1 сверлят отверстия. Кожух можно изготовить из любого материала.

Соединение выпрямителя с приемником производится тем же способом, что и подключение батарей. Если для этой цели в приемнике используют октальные фишки и двухполюсную вилку, то выводы выпрямителя распаивают на восьмиштырьковые панельки и двухполюсное гнездо, которые можно взять от старых разряженных батарей.

Если соединение приемника с батареями производится шнуром с наконечниками, то выводы выпрямителя лучше всего сделать на зажимах, которые при работе выпрямителя должны быть закрыты кожухом.

Налаживание. Выпрямитель, собранный из исправных деталей, начинает работать сразу и его налаживание сводится к установке нужного напряжения накала. Для этого выпрямитель соединяют с приемником, на выход накального выпрямителя подключают вольтметр и, убедившись, что приемник выключен, включают выпрямитель

Таблица 6

Название приемника	Питание: анодное, напряжение, $U_а$, *в*	анодное, ток, *ма*	накальное, напряжение $U_н$, *в*	накальное, ток, *ма*	смещения, напряжение $U_м$, *в*	смещения, ток, *ма*	Число витков обмотки *II*	Число витков обмотки *III*	Сопротивление резистора R_1, *ком*	Сопротивление резистора R_2, *ком*	Размеры пластинчатого радиатора транзистора T_1, *мм*
„Тула“, „Луч“	60	4,5	3	60	—	—	680	85×2	3,6	—	40×40×3
„Рига Б-912“, „Киев Б-2“	80	5	1,2	180	—	—	850	62×2	3,6	—	55×55×3
„Искра“, „Искра-53“ „Таллин Б-2“ „Новь“ „Воронеж“	90 90 90 90	12 10 10 10	1,2 1,2 1,2 1,2	300 300 210 240	9 — 9 9	6 — 6 6	1 260	62×2	3,3	2,2 — 2,2 2,2	65×65×3
„Родина-52“	90	15	1,2	520	9	—	1 390	100×2	1,8	0,62	110×110×3
„Родина“ „Родина („Электросигнал-1“) „Родина-47“ („Электросигнал-3“)	120 120 120	8 8 8	2,0 2,0 2,0	550 550 550	— — —	— — —	1 390	100×2	3,9	—	100×100×3

в сеть. Медленно поворачивая ручку переменного резистора R_4 и наблюдая за яркостью лампочки $Л$, ставят его в положение, при котором свечение лампочки минимально. Затем включают приемник и, медленно поворачивая ручку переменного резистора R_4, устанавливают по вольтметру нужное напряжение накала.

Если установить нужное накальное напряжение при исправном приемнике не удается, то надо заменить транзисторы T_1 и T_2.

При использовании в качестве транзистора T_2 двух параллельно соединенных транзисторов следует измерить их коллекторные токи и убедиться, что они отличаются не более чем в 1,5—1,6 раза.

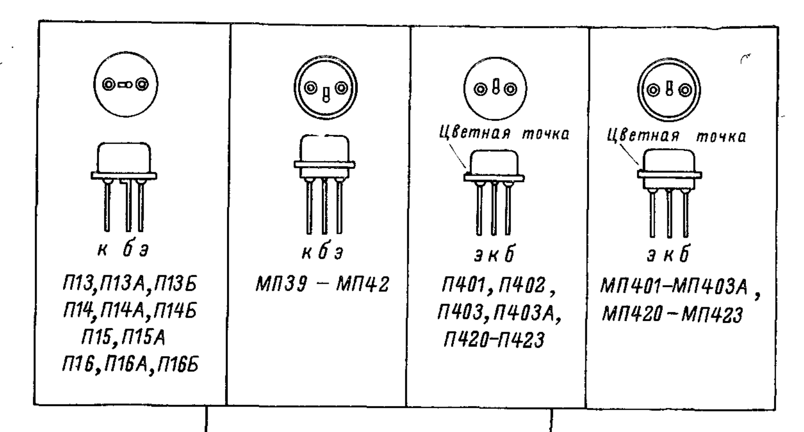
Если коэффициент β транзистора T_1 неизвестен, следует измерить коллекторный ток транзистора T_2; его значение не должно превышать 15 *ма*.

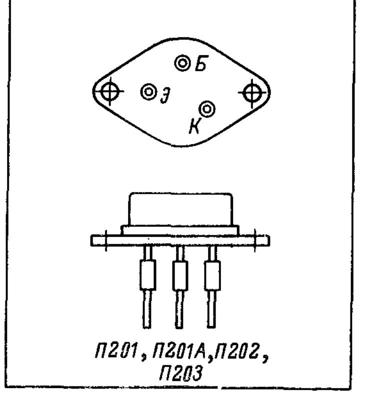
Затем переходят к проверке анодного напряжения и напряжения сеточного смещения, их значения не должны отличаться от указанных в табл. 6 более, чем на +15—20%. При необходимости напряжения можно подогнать подбором сопротивлений резисторов R_1 и R_2.

В крайнем случае при отсутствии вольтметра накальное напряжение можно установить по яркости свечения лампочки. При напряжении накала 1,2 *в* ее яркость будет немного меньше, чем при подключении к одному элементу ФБС-0,25 (1,3—ФМЦ-0,25) или «Сатурн» (1,6—ФМЦ-у-3,2).

Поскольку некоторые цепи выпрямителя находятся под высоким напряжением, при налаживании следует строго соблюдать правила техники безопасности. Подключать измерительные приборы и производить какие-либо изменения в схеме можно только после того, как выпрямитель отключен от сети и конденсаторы фильтра разряжены.

3. ЦОКОЛЕВКИ ТРАНЗИСТОРОВ





ОГЛАВЛЕНИЕ